نموذج ترخيص

أنا الطالب : عبد الرزاق محمد حسين غزال أمنح الجَامعة الأردنية و/ أو من تفوضه ترخيصاً غير حصري دون مقابل بنشر و / أو استعمال و / أو استغلال و / أو ترجمة و / أو تصوير و / أو إعادة إنتاج بأي طريقة كانت سواء ورقية و / أو إلكترونية أو غير ذلك رسالة الماجستير / الدكتوراه المقدمة من قبلي وعنوانها.

التحليل الاقتصادي لتحلية المياه الجوفية المالحة المستخدمة في الري في وادي الأردن

وذلك لغايات البحث العلمي و / أو التبادل مع المؤسسات التعليميــة والجامعــات و / أو لأي غاية أخرى تراها الجامعة الأردنية مناسبة، وأمنح الجامعة الحق بالترخيص للغير بجميــع أو بعض ما رخصته لها.

اسم الطالب: عبد الرزاق غزال

التوقيـــع:

التاريـــخ:

التحليل الاقتصادي لتحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الري في منطقة وادي الأردن

إعداد
عبد الرزاق موسى غزال

المشرف
الأستاذ الدكتور عماد الكرابلية

المشرف المشارك
الدكتور محمد عبد السميع طبية

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في
الاقتصاد الزراعي وإدارة الأعمال الزراعية

كلية الدراسات العليا
الجامعة الأردنية

نيسان، 2015

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة/الأطروحة (التحليل الاقتصادي لتحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الري في وادي الاردن بتاريخ 2015/4/20)

أعضاء لجنة المناقشـــةالتوقيع

الدكتور عماد كامل الكرابلية ،مشرفا ....

أستاذ – اقتصاديات المياة والموارد الطبيعية

الدكتور محمد عبد السميع طبية ،مشرفا مشاركا ....

أستاذ مساعد – اقتصاد قياسي

الدكتور عامر زاهي سلمان ، عضوا ....

أستاذ – اقتصاديات الموارد الزراعية

الدكتور حسين القضاه ، عضوا ....

أستاذ مشارك– اقتصاديات الموارد المائية والزراعية

الدكتور عاطف علي الخرابشة،عضوا ....

أستاذ –هيدرولوجيا المياه وتغذية المياه الاصطناعية الجوفية

(جامعة البلقاء التطبيقية)

الاهداء

الى من كلله الله بالهيبة والوقار ......الى من علمني العطاء بدون انتظار.....الى من احمل اسمه بكل افتخار.....ارجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها اليوم وفي الغد والى الابد.

والدي العزيز

الى من ارضعتني الحب والحنان............الى رمز الحب وبلسم الشفاء

الى القلب الناصع بالبياض

امي الحبيبة

الى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة ....الى من تذوقت معهم اجمل لحظات حياتي

اخوتي واخواتي الاعزاء

الى رفيقة دربي وشريكة حياتي الى من سارت معي نحو الحلم

زوجتي الغالية

الى من ارى التفاؤل بعينيها وتمدني بالسعادة في ضحكتها

ابنتي نور الهدى

الى صديقي واخي الذي لم تلده امي الذي كان سندا لي في دراستي

اكرم الطيب خليفة سالم

شكر وتقدير

من حق النعمة الذكر، وأقل جزاء للمعروف الشكر...

فبعد شـــكر المــولى عز وجل ، المتــفضل بجليل النعم ، وعـظـيم الجزاء ...

يجدر بي أن أتــقـدم ببالغ الامتــنان ، وجزيــل العرفان إلى كل من وجهني ، وعلمني ، وأخذ بيدي في سبيل إنجاز هذا البحث .. وأخص بذلك المشرف الرئيسي ، الأستــاذ الدكتــور: عماد كامل الكرابلية ، الذي قوم ، وتابع ، وصوب ، بحسن إرشاده لي في كل مراحل البحث ، والذي وجدت في توجيهاته حرص المعلم ، التي تــؤتي ثمارها الطيــبة بإذن الله...

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى المشرف المشارك الدكتور محمد عبدالسميع طبية لقبوله الإشراف على هذه الدراسة بصفة مشرف مشارك ، والذي كان لعلمه وفضله ، وحسن توجيهاته وعونه الأثر الملموس في أن يظهر البحث بصورته النهائية ، فله مني خالص الشكر والتقدير ، وفقه الله......

كما اتقدم بخالص الشكر والتقدير للمهندس نايف سدر لما قدمه لي من بيانات ضرورية للبحث من وزارة المياه، وفقه الله .....

كما اتقدم بالشكر والعرفان الى اعضاء لجنة المناقشة ورئيس القسم الاستاذ الدكتور حسين فلاح القضاه وكافة اعضاء الهيئة التدريسية في قسم الاقتصاد الزراعي وادارة الاعمال الزراعية على ماقدموه لي من مساعدة اثناء الدراسة.

كما أتوجه بالشكر إلى كل من ساندني بدعواته الصادقة ، أو تمنياته المخلصة ...

أشكرهم جميعاً وأتمنى من الله عز وجل أن يجعل ذلك في موازين حسناتهم

وماتوفيقي الا بالله......

فهرس المحتويات

الموضوع **الصفحة**

قائمة الجداول

الرقم	اسم الجدول	الصفحة

قائمة الاشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة

قائمة الاختصارات أو الرموز

AF	Acre foot
AIC	Average Incremental Costs
AOC	Annual Operational Cost
Ba	Physical benefit amount
B/C	Benefits-Cost Ratio
CBA	Cost-Benefit Analysis
CEA	Cost-Effectiveness Analysis
Ct	Incremental investment and operation cost in year t
ED	Electro dialysis
GDP	Gross Domestic Product
IRR	Internal Rate of Return
K	Capital
KAC	King Abdullah canal
KTD	King Talal Dam
L	Labor
M	Other intermediate input
ME	Multiple effect
MSF	Multi-stage flash distillation
N	The project life in years
NPV	Net Present Value
Pw	Price water

Qw	Quantity water
R	The interest rate
R	The discount rate
RIM	Residual value methods
RO	Reverse Osmosis
TAEC	Total Annualized Economic Cost
TFC	Total fix cost
TV	Total values
VC	Vapour compression
W	Water
Wt	Incremental water outputs or wastewater year t

ملغ/ل	**ميلي غرام في الليتر**
$م^3$	**متر مكعب**
$كم^2$	**كيلو متر مربع**

التحليل الاقتصادي لتحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الري في منطقة وادي الأردن

إعداد
عبد الرزاق موسى غزال

المشرف
الأستاذ الدكتور عماد الكرابلية

المشرف المشارك
الدكتور محمد عبد السميع طبية

ملخص

ان ندرة المياه تشكل عائقا امام التطور الاقتصادي في كافة المجالات وخاصة التنمية الزراعية حيث تشكل المياه احد اهم عوامل الانتاج بالنسبة للزراعة. وتعتبر عملية تحلية المياه الجوفية المسوس عملية هامة كونها توفر كميات كبيرة من المياه يمكن استخدامها لاغراض الري الزراعي خاصة في ظل ندرة المياه .تشكل ندرة المياه في الاردن عائقا امام التطور الزراعي ،وان وجود نسبة عالية من الاملاح في المياه الجوفية المسوس يجعلها غير صالحة للاستخدام خاصة في مجال الري الزراعي.

تهدف الدراسة الى اجراء تحليل اقتصادي لتحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الري في وادي الاردن، ويتضمن هذا التحليل تقدير تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد ،ودراسة جدوى اقتصادية لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس،وتقدير القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري المحاصيل او مايسمى بعائد تحلية المتر المكعب الواحد (م3) وتقدير التكاليف البيئية الناتجة عن محطات التحلية.تم استخدام طريقة المسح الشامل عند جمع البيانات ، كما تم استخدام طريقة الاستثمارة عند جمع البيانات حيث تم تصميم استمارتين الاولى لجمع بيانات عن محطات التحلية ، واما الثانية استخدمت لجمع البيانات عن المحاصيل المزروعة التي تم ريها بالمياه التي تم تحليتها،حيث بلغ عدد المحطات التي تم جمع البيانات عنها 25 محطة تحلية .تم تقدير كافة تكاليف التحلية بشكل سنوي حيث تقسم التكاليف الى تكاليف ثابتة وتكاليف تشغيلية، كما تم تقدير الطاقة الانتاجية لكل محطة بشكل سنوي ،وبعد الوصول الى هذه البيانات تم تقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد عن طريقة قسمة كافة التكاليف السنوية على الطاقة الانتاجية السنوية لكل محطة. وتم استخدام طريقة المتبقيات للوصول القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري المحاصيل المزروعة.

اظهرت نتائج الدراسة ان متوسط تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد من المياه الجوفية المسوس بلغ (0.21 دينار/اردني)، واظهرت نتائج الدراسة ايضا ان جميع محطات التحلية كانت مجدية من الناحية المالية حيث كانت القيمة الصافية الحاضرة في جميع محطات التحلية موجبة ، كما كانت نسبة المنافع الى التكاليف اكبر من الواحد الصحيح. واظهرت النتائج ايضا ان متوسط القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري مختلف المحاصيل بلغت (1 دينار/ م3)، واظهرت النتائج ان متوسط التكاليف البيئية بلغت (0.004 دينار / م3). توصي الدراسة باستخدام مصادر الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية في تشغيل المحطات ، كما أوصت الدراسة بتقليل المساحات المزروعة بالمحاصيل التي لها قيمة اقتصادية منخفضة ، وبالمقابل التوسع في زراعة المحاصيل التي لها قيمة اقتصادية عالية، كما أوصت الدراسة بضرورة نقل المحلول الملحي الى البحر الميت حتى لايؤثر على غلة المحاصيل وعلى تربة المنطقة.

كلمات مفتاحية: ندرة المياه، المياه الجوفية المسوس ، تحلية المياه، تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد، عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في الزراعة،القيمة الأقتصادية،تقييم ، وادي الاردن.

الفصل الاول

مشكلة وأهمية وأهداف الدراسة

1-1 مقدمة :

تعد المياه إحدى العناصر الأساسية اللازمة لبقاء الكائنات الحية.وهي مصدر أساسي لتمكين البشر من القيام بأنشطة الحياة المختلفة في القطاعات المنزلية،والزراعية،والصناعية. كما تعد المياه من أهم الموارد الطبيعية في أي بلد حيث تلعب دورا هاما في التنمية الاقتصادية والاجتماعية ،حيث تجلت هذه الأهمية في قول الخالق عز وجل (وجعلنا من الماء كل شئ حي) الأنبياء:30. يعد الحجم الأكبر من المياه المتواجد في الأرض هو ماء مالح غير صالح للاستخدام البشري،حيث إن 97% من مياه الأرض متواجدة في المحيطات والبحار وهي غير صالحة للاستخدام البشري و تصل نسبة الملوحة فيها الى 30000 ملغ في كل ليتر(Gleik,2000) ، في حين تعد المياه صالحة للاستخدام البشري إذا كانت نسبة ملوحتها تقل عن 1000 ملغ في كل ليتر(Zhou,2005). وبالتالي فإن استخدام المياه الجوفية المسوس في الزراعة يقلل غلة المحاصيل الزراعية حيث تؤثر الملوحة على الانتاجية بشكل سلبي لذلك لا بد من معالجة هذه المياه وتحليتها لتصل نسبة الملوحة الى الحدود المسموح فيها بالزراعة حيث تختلف هذه الحدود حسب المحاصيل المزروعة.ولقد أصبحت المياه في عصرنا الحديث مصدرا شحيحا في كثير من دول العالم،مما سبب في الكثير من الأزمات والصراعات بين الدول المشتركة في المصادر المائية ،ويعود ذلك الى تغير كميات سقوط الامطار من سنة الى اخرى والاستخدام الجائر للمصادر المائية ،إضافة الى عدم ترشيد وإدارة استخدام الموارد المائية. وبالتالي فإن ندرة المياه تعد إحدى المعوقات الهامة والخطيرة للنمو الاقتصادي والتطور في أي بلد من بلدان العالم وخاصة الأردن باعتباره من بين الدول الأكثر فقرا بمصادر المياه في العالم.

بلغ عدد السكان في الأردن 6.530 مليون نسمة (دائرة الإحصاءات العامة ،2013)،بمعدل سنوي 2.2 % سنويا وهذا مازاد من الطلب على الموارد المائية وهذه الزيادة السكانية ومايرافقها من تطور اقتصادي على صعيد الانتاج والاستهلاك ،بالاضافة الى التغيرات المناخية وما لها من تاثير سلبي على الموارد المائية ، كل هذه العوامل ساهمت في زيادة الكمية المطلوبة على المياه،حيث يشكل الطلب على الري الزراعي النسبة الأكبر بين كل أنواع الطلب على المياه حيث بلغ 80% من الطلب العالمي على المياه (Abu-Zeid,1999) ويمكن أن تشكل 70 % كما يمكن ان تصل الى 80% في بعض البلدان حيث تقدر كمية المياه المستخدمة في الزراعة في المغرب الى 75% (El Harak, et al., 2013) ،في حين شكل الطلب على المياه المستخدم في الزراعة في الأردن حوالي 60% في عام 2010 (وزارة المياه والري،2012). و نتيجة المناخ الجاف والشبه الجاف في الأردن كانت معدلات سقوط الامطار فيه تتراوح بين 600 مم في الشمال الغربي الى أقل من 130 مم في الشرق والصحراء الجنوبية ،بلغ متوسط الكمية الاجمالية من مياه الأمطار

الساقطة في الأردن حوالي 7200 مليون متر مكعب سنويا،وتُقّدر كمية المياه المتبخرة سنويا حوالي 85% ،فهي تتبخر الى الغلاف الجوي في حين تنتقل الكمية المتبقية من مياه الأمطار الى الأنهار والسدود والأحواض الجوفية لتشكل المياه الجوفية (Al-Jayyousi, 2003) .يعد الأردن من بين الدول الاكثر فقرا بالنسبة لمصادر المياه وذلك بسبب زيادة الطلب على المصادر المائية من ناحية، وقلة ومحدودية الموارد من ناحية أخرى،ويقدر الخبراء بأن البلد يعتبر فقيرا بالموارد المائية إذا كانت حصة الفرد أقل من 1000متر مكعب سنويا (بني هاني،1995).في ظل هذه المشاكل والتحديات كان لابد من البحث عن وسائل للحفاظ على المياه من ناحية، والبحث عن وسائل أخرى لاستصلاح المياه غير الصالحة للاستخدام وجعلها صالحة للاستخدام في كافة المجالات وخاصة في الزراعة من ناحية أخرى. ولعل من أهم الوسائل الحديثة هي تحلية المياه المالحة ،وتُعد تحلية المياه مصدرا هاما لمياه الشرب وللري الزراعي،فتحلية المياه الجوفية المسوس توفر مياه إضافية هامة يعتمد عليها بشكل كبير في بعض البلدان مثل إسبانيا،فيُستخدم 22.4% من مياه التحلية في الزراعة لأنها توفر حلا لمشكلة نقل المياه الصالحة للري من منطقة وجودها الى المناطق الزراعية التي تستخدم فيها (El Harak, et al., 2013)،وقد زاد الاهتمام بتحلية مياه البحر والمياه الجوفية المالحة وخاصة بعد التطور الكبير الذي شهدته تقنيات تحلية المياه من جهة وانخفاض تكلفة التحلية من جهة أخرى،وقد أصبحت تحلية المياه الجوفية المسوس مصدرا منافسا لعرض المياه وذلك بهدف الحصول على المياه للاستخدام المنزلي أو الزراعي. كما كان الاهتمام الأكبر بتحلية المياه الجوفية وذلك بسبب انخفاض تكلفتها مقارنة بتكاليف تحلية مياه البحر، فتكلفة تحلية المياه الجوفية المالحة تقل عن تكلفة تحلية مياه البحر بمعدل 35% مما يجعل تحلية المياه الجوفية المسوس أكثر ملائمة من تحلية مياه البحر عند استخدامها في الري الزراعي هذا من ناحية،ومن ناحية أخرى فإن استخدامها في الري الزراعي يساهم في زيادة الإنتاج ،كما أنه تمكن من تغير النمط المحصولي الى أنماط أخرى لا تتحمل الملوحة وتكون أكثر ربحية (El Harak, et al., 2013).

2-1 دور القطاع الزراعي في الاقتصاد الأردني:

تعتبر الأردن من الدول المتوسطة الدخل الذي يتقلاه الفرد من الناتج المحلي الاجمالي حيث بلغ متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي حوالي 2979 دينار أردني في عام 2009 (دائرة الإحصاءات العامة ،2009) . يلعب القطاع الزراعي دورا هاما في الاقتصاد الوطني كما يرتبط به العديد من القطاعات الاقتصادية، وتعتبر الزراعة ركيزة اساسية للتنمية الاقتصادية

والاجتماعية والبيئية، كل هذا يؤكد أهمية القطاع الزراعي في الاقتصاد الوطني، فالقطاع الزراعي من القطاعات الهامة في الأردن لمجموعة من الأسباب ومن أهمها :

- يعتبرالقطاع الزراعي مصدرا هاما للغذاء في الأردن وخاصة الخضار والفواكه وبالتالي يلعب هذا القطاع دورا هاما في تحقيق الأمن الغذائي للمملكة.
- تشكل الصادرات الزراعية أهمية كبيرة في توفير القطع الاجنبي وخفض العجز التجاري الزراعي.
- يساهم القطاع الزراعي في تشغيل أعدادا كبيرة من العمال مما يخفض نسبة البطالة.

بلغت مساهمة القطاع الزراعي مع الانشطة المتعلقة به بما نسبته 28% من الناتج المحلي الاجمالي وبمايزيد عن 18% من اجمالي الصادرات الوطنية (وزارة الزراعة ،2012) ويعد هذا الرقم قليلا مقارنة بأهمية هذا القطاع في المملكة. وتعد قلة الموارد المائية من أهم المعوقات التي يعاني منها القطاع الزراعي في الاردن وخاصة أن القطاع الزراعي يعد القطاع الأكثر استهلاكا للمياه مقارنة بباقي القطاعات ،حيث إن العائد الاقتصادي للمياه المستخدمة في الإنتاج الزراعي أصبح يميل للانخفاض مقارنة بباقي القطاعات. تتنوع المحاصيل التي يتم زراعتها في الاردن بشكل عام وفي منطقة وادي الاردن بشكل خاص كما تختلف المساحة من محصول لاخر ، وفيما يلي جداول توضح المساحات الإجمالية المزروعة والمساحات المروية والبعلية في الاردن بشكل عام وفي مناطق المرتفعات الجبلية ووادي الاردن بشكل خاص وذلك لسنة 2013:

الجدول1.المساحات المروية والبعلية في الأردن لسنة 2013 .

المحاصيل	المساحة الكلية (بالدونم)	المساحة المروية (بالدونم)	المساحة البعلية (بالدونم)
الأشجار المثمرة	835,997.9	450,946.5	385,051.5
المحاصيل الحقلية	1,277,996.6	111,133.4	1,166,863.2
الخضروات	495,438.6	472,352.6	23,086.0
اجمالي المساحات	260,9433.1	103,443,2.5	157,500,0.7

المصدر:دائرة الاحصاءات العامة، 2014 .

الجدول2.المساحات المروية والبعلية في مناطق المرتفعات الجبلية لسنة 2013 .

المحاصيل	المساحة الكلية (بالدونم)	المساحة المروية (بالدونم)	المساحة البعلية (بالدونم)
الاشجار المثمرة	747,422.9	362,567.5	384,855.5
المحاصيل الحقلية	1,249,887.1	85,116.9	1,164,770.2
الخضروات	285,994.5	262,948.5	23,046.0
اجمالي المساحات	2,283,304.50	710,632.90	1,572,671.70

المصدر:دائرة الاحصاءات العامة ،2014.

الجدول3.المساحات المروية والبعلية في منطقة وادي الاردن لسنة 2013 .

المحاصيل	المساحة الكلية (بالدونم)	المساحة المروية (بالدونم)	المساحة البعلية (بالدونم)
الاشجار المثمرة	88,575.0	88,379.0	196.0
المحاصيل الحقلية	28,109.5	26,016.5	2,093.0
الخضروات	209,444.1	209,404.1	40.0
اجمالي المساحات	326,128.60	323,799.60	2,329

المصدر:دائرة الاحصاءات العامة، 2014 .

3-1 مشكلة الدراسة:

تعد ندرة المياه إحدى أهم معوقات التنمية والتطور الاقتصادي في الأردن. حيث إن الزيادة السكانية الكبيرة والتطور الصناعي وزيادة المساحات المروية الزراعية زاد من الطلب على الموارد المائية دون أن يصاحب ذلك زيادة في الكمية المتاحة للإستهلاك، حيث زادت المساحات المزروعة بشكل كبير وهذا مايشكل ضغطا كبيرا على الموارد الزراعية والمائية،وفيما يلي جدول رقم (4) يبين تطور المساحات المزروعة المروية من عام 2000 حتى عام 2013:

جدول4. تطور الزراعة المروية في الاردن من سنة 2000- 2013.

السنة	انواع المحاصيل			اجمالي المساحة المروية (بالدونم)
	الاشجار المثمرة (بالدونم)	المحاصيل الحقلية (بالدونم)	الخضار (بالدونم)	
2000	348,189.6	110,308.3	310,618.3	769,116.2
2001	348,974.6	79,957.1	301,295.2	730,226.9
2002	356,085.7	74,310.9	318,937.8	749,334.4
2003	331,982.4	57,196.0	323,992.0	713,170.4
2004	334,291.6	77,304.7	349,651.2	761,247.5
2005	334,569.8	85,342.6	380,539.1	800,451.5
2006	337,345.8	88,567.9	408,616.6	834,530.3
2007	433,266.5	51,663.2	326,068.0	810,997.7
2008	439,065.1	87,242.1	402,056.8	928,364.0
2009	442,681.3	116,834.3	388,679.8	948,195.4
2010	447,246.0	128,624.5	448,850.7	1,024,721.2
2011	469,750.5	87,548.8	407,195.2	964,494.5
2012	472,411.9	84,108.8	400,017.7	956,538.4
2013	450,946.5	111,133.4	472,352.6	1,034,432.5

المصدر:دائرة الاحصاءات العامة،2014.

ويعتمد السكان في الأردن على ثلاثة مصادر رئيسية للمياه وهذه المصادر هي:

1- المياه السطحية وتشمل نهر اليرموك والاودية والسدود ،ومياه الامطار.
2- المياه الجوفية وهي بدورها تقسم الى احواض متجددة واحواض غير متجددة.
3- المصادر الغير تقليدية وتشمل تحلية مياه البحار،وتحلية المياه الجوفية المسوس ،واعادة استخدام المياه العادمة.

تمثل المياه الجوفية المصدر الرئيسي والاهم للسكان في الاردن وفي بعض المناطق تعتبر المياه الجوفية المصدر الوحيد للمياه ، تستخدم المياه الجوفية في جميع القطاعات حيث تستخدم في اربعة قطاعات رئيسية وهذه القطاعات:

1- الشرب والاستعمال المنزلي.
2- الزراعة (الري).
3- الصناعة.

يعتبر القطاع الزراعي القطاع الاكثر استهلاكا للمياه الجوفية في الاردن حيث تشكل استخدامات المياه الجوفية ما نسبته 55% في قطاع الري الزراعي ،حيث بلغت كمية المياه الجوفية المستهلكة في قطاع الزراعة حوالي (250 مليون متر مكعب) (وزارة المياه والري ،2013).في حين تباينت نسبة مشاركة المياه الجوفية في القطاعات الاخرى وفيما يلي جدول رقم (5) يبين استعمالات المياه الجوفية في جميع القطاعات:

جدول5. يبين استعمالات المياه الجوفية في كافة الاستعمالات لعام 2012.

الرقم	الإستخدامات	الكمية (م م3)	النسبة المئوية (%)
1	الشرب والاستعمال المنزلي	231.41	45%
2	الزراعة (الري)	250.61	49%
3	الصناعة	26.51	5%
4	مناطق نائية	0.0976	1%
	المجموع	508.6276	100%

المصدر:وزارة المياة والري،2013.

وتحتوي المياه الجوفية في الأردن على نسبة من الأملاح والعناصر الكيميائية ،و تتراوح نسبة الأملاح التي تتواجد في هذه المياه الجوفية مابين 1000-10000 مليغرام في كل ليتر وذلك حسب الحوض المائي (Mohsen and Al-jayyosi, 1999) . يُعد التخلص من هذه الأملاح والعناصر من بين أهم المشاكل التي تواجه استخدام هذه الموارد المائية، فوجود هذه الأملاح يجعل استخدام هذه الموارد محدود في كافة المجالات ومن بينها مجال الري الزراعي .ومن هنا تنبع مشكلة الدراسة ألا وهي كيفية التخلص من هذه الأملاح أو خفض نسبتها بحيث تجعل هذه الموارد المائية صالحة لري المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة هذا من ناحية ، ومن ناحية تقدير قيمة المياه المستخدمة في الري وحساب العائد الاقتصادي للمياه المستخدمة في الري . هناك العديد من التقنيات المتطورة المتبعة في تحلية المياه الجوفية المسوس، ومن أهم هذه الطرق هي : طريقة التأثير المتعدد (ME)وطريقة الوميض متعدد المراحل (MSF) وطريقة الضغط البخاري (VC) وطريقة الديلزة الكهربائية (ED) وطريقة التناضح العكسي (RO) ولكل طريقة من هذه الطرق مايميزها عن غيرها إلا أن طريقة التناضح العكسي تعد من أفضل الطرق في مجال تحلية المياه الجوفية المالحة او المياه المسوس نظرا لانخفاض تكلفتها (Mohsen & Al-jayyousi, 1999) وخاصة في منطقة الدراسة .إذا فمشكلة الدراسة تكمن في النقاط الرئيسية التالية:

- توفر كميات كبيرة من المياه الجوفية المسوس الغير مستعملة وكيفية جعلها صالحة للاستخدام في الري الزراعي.
- وجود نسبة عالية من الاملاح في المياه الجوفية المسوس وبالتالي كيفية التخلص من هذه الاملاح لجعلها صالحة للاستخدام في مجال الري الزراعي ،ويتم ذلك عن طريق تحلية المياه وبالتالي تقدير التكلفة التي يتكلفها المزارعون الذين يقومون بتركيب محطات تحلية للمياه لجعلها صالحة للاستخدام في ري المحاصيل الزراعية.
- يتم استخدام هذه المياه في مجالات متعددة ومن اهمها الري الزراعي وبالتالي فان السؤال هو :ماجدوى استعمال هذه المياه في الزراعة ويتم ذلك عن طريق حساب العائد الاقتصادي لاستخدام المتر المكعب الواحد .

4-1 أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الى :

1- تقدير متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من المياه الجوفية المسوس في جميع محطات التحلية.
2- دراسة الجدوى الاقتصادية من تحلية المياه الجوفية المسوس في وداي الأردن والمستخدمة في زراعة المحاصيل النقدية .
3- تقدير القيمة الاقتصادية للمياه المحلاة المستخدمة في ري مختلف المحاصيل الزراعية،او احتساب اربحية المتر المكعب الواحد بعد التحلية المستخدم في ري المحاصيل الزراعية.
4- تقدير التكاليف البيئية الناتجة عن اقامة محطات تحلية المياه الجوفية المسوس .

5-1 أهمية الدراسة:

تعتبر المياه الجوفية المسوس الغير مستغلة احدى اهم مصادر المياه في الاردن ، الا ان احتوائها على الاملاح يجعلها لا تستخدم بشكل واسع في كافة المجالات .وبالتالي فان تحلية هذه المياه سيوفر مصدر مائي كبير يمكن استعماله في كل القطاعات وخاصة في مجال الزراعة ،حيث اصبح تحلية المياه الجوفية مصدر مائي هام للري الزراعي خاصة في ظل ندرة المياه. وبالتالي فان تحلية المياه له اهمية كبيرة من عدة نواحي ومن اهمها:

1- تحلية المياه الجوفية المسوس يعتبر احد الموارد المائية الجديدة خاصة في ظل ندرة المياه ويمكن استخدام هذا المصدر في اغراض متعددة خاصة في (مياه الشرب ،الزراعة ،الصناعة).
2- يعتبر تحلية المياه الجوفية المسوس فرصة اضافية لتوفير مصادر مائية اخرى .
3- يمكن ان يساهم تحلية المياه الجوفية المسوس في زيادة التنمية الزراعية وزيادة الانتاج الزراعي عن طريق زيادة المساحات المزروعة.
4- تحسين جودة المياه المستخدمة في ري المحاصيل المزروعة وتحسين خواص التربة.

كما ان اهمية الدراسة تكمن في المنافع التالية:

5- المنافع الاقتصادية:تتمثل في زيادة الموارد المائية وزيادة الانشطة الاقتصادية.
6- المنافع الاجتماعية: وتكمن هذه المنافع في توفير فرص عمل اضافية وزيادة انتاجية قوة العمل .

الفصل الثاني

واقع المياه الجوفية المسوس في الأردن

1-2 الطلب على المياه الزراعية في الأردن :

هو كمية المياه المطلوبة اللازمة لإنتاج المحاصيل الزراعية المختلفة التي يتم زراعتها في المملكة بالطريقة المروية.وتشكل مياه الري الجزء الأكبر من المياه المستخدمة في الزراعة.وقد لوحظ تذبذب في كمية المياه المستعملة في الزراعة على مدى الأعوام السابقة ويعزى ذلك إلى مجموعة من الأسباب أهمها: تغير في كمية مياه الامطار من جهة ،وتغير المساحة المزروعة من سنة لأخرى من جهة ثانية.يوجد العديد من الطرق المستخدمة للوصول الى كمية المياه المطلوبة في الري للمحاصيل المختلفة ومن ابسط هذه الطرق الطريقة التي تعتمد على معرفة كمية المياه التي يخسرها المحصول عن طريق عملتي النتح والتبخر حيث ان 99% من المياه يفقدها المحصول عن طريق هاتين العمليتين حيث يتم تحديد كمية النتح والتبخر لمعظم المحاصيل ،ويجب اخذ بعين الاعتبار نوعية المحصول ومرحلة النمو.ان تعريف عملية التبخر والنتح المرجعي مبني على قياس كمية المياه المفقودة من حقل مغطى تماما بعشب ينمو بشكل نشط وعند حساب الاحتياجات المائية لاي محصول ينبغي ان ناخذ نوعية المحصول ومرحلة نموه بعين الاعتبار(عبد الجبار ،2006). يعتبر الطلب على المياه الزراعية في حالة ازدياد مستمر بينما يعتبر عرض المياه محدود، يشكل القطاع الزراعي القطاع الاكثر استهلاكا للمصادر المائية في الاردن حيث يوجد في الاردن عدة مصادر اساسية للمياه اللازمة في الزراعة وتقسم هذه المصادر الى المصادر التالية :

1- المياه السطحية وتشمل مياه نهر اليرموك ونهر الاردن ونهر الزرقاء والاودية والسدود.
2- المياه الجوفية وتشمل المياه الجوفية المتجددة والغير متجددة.
3- المصادر الغير تقليدية ومن اهمها تحلية مياه البحار ،وتحلية المياه الجوفية المسوس واعادة استخدام المياه العادمة.

يختلف الطلب على مياه الري في الاردن من سنة لاخرى كما ويختلف الطلب على مياه الري من مصدر لاخر حيث تعتمد الزراعة في الاردن بشكل رئيسي على ثلاثة مصادر رئيسية للري تم ذكرها سابقا وفيما يلي جدول رقم (6) يبين كميات الطلب على مياه الري من كافة المصادر المائية وذلك لعدة اعوام من سنة 2003-2013:

جدول6. كميات المياه المستخدمة في الزراعة من كافة المصادر المائية.

السنة	المصادر			المجموع ($م م^3$)
	مياه جوفية ($م م^3$)	مياه سطحية ($م م^3$)	مياه معالجة ($م م^3$)	
2003	278.699	227.245	-	505.944
2004	251.088	125.308	86.422	540.254
2005	278.699	227.245	-	505.944
2006	245.5	342.84	-	588.34
2007	255	349	-	604
2008	236.067	160.5	101	497.567
2009	245.755	237.39	101.16	584.305
2010	245	154.765	102.9	502.665
2011	252.43	114.67	102.83	469.93
2012	250.61	104.19	101.86	456.66

المصدر:وزارة المياه والري،2015-2012 .

يعتبر القطاع الزراعي القطاع الاكثر استهلاكا للمياه من جميع المصادر مقارنة بباقي القطاعات والمتمثلة بقطاع الشرب والاستعمال المنزلي وقطاع الصناعة ، وفيما يلي جدول رقم (7) يبين نسبة استهلاك القطاع الزراعي من جميع المصادر المائية مقارنة بباقي القطاعات الاخرى :

جدول7. نسبة استهلاك القطاع الزراعي للمياه من المياه السطحية والجوفية مقارنة بالقطاعات الاخرى.

السنة	القطاعات المستهلكة للمياه			
	الزراعة	الشرب	الصناعة	مناطق نائية
2003	%62	%32	%4	%1
2004	%62	%32	%4	%1
2005	%64	%31	%4	%1
2006	%64	%31	%4	%1
2007	%59	%34	%6	%1
2008	%58	%37	%4	%1
2009	%62	%33	%4	%1
2010	%56	%39	%4	%1
2011	%63	%32	%4	%1
2012	%54	%41	%4	%1

المصدر: وزارة المياه والري،2013

ملاحظة : تم تقريب الارقام العشرية للوصول الى ارقام صحيحة.

ومن الجدول السابق نلاحظ ان القطاع الزراعي كان اكثر القطاعات استهلاكا للمياه السطحية والجوفية حيث بلغت اعلى قيمة في عامي (2005-2006) حيث بلغت النسبة 64%،في كانت اقل نسبة في عام (2012) حيث بلغت نسبة استهلاك القطاع الزراعي للمياه من جميع مصادر المياه 54%.

2-2 الطلب على المياه الجوفية المسوس:

إن استخدام المياه غير ثابت عبر السنين فهو يتغير من سنة الى أخرى حسب الكمية المعروضة من المياه والمتمثلة بمياه الأمطار،أو الانهار او المياه الجوفية ، فكلما انخفضت معدلات الامطار قل استخدام المياه،كما يتأثر معدل استخدام المياه خاصة في الزراعة بمدى توفر مصادر مائية جديدة كتحلية المياه أو نقلها إلى مناطق الزراعة . يقسم الطلب على المياه الى الأقسام التالية وهي :

1- الاستخدام في الزراعة.
2- الاستخدام المنزلي .
3- الاستخدام في الصناعة.
4- وأخيرا الاستخدام للأغراض البيئية.
5- الاستخدام في السياحة.

يعد القطاع الزراعي المستهلك الاكبر للمياه في معظم الدول،فقد بلغت نسبة المياه المستخدمة في الزراعة في الأردن عام 2012 حوالي 54% (وزارة المياه،2012). وبلغ حجم المياه المستخدمة من الأحواض المائية الجوفية في مجال الري الزراعي 250.609 مليون م^3 فيما كان استهلاك القطاع الحكومي 224.428 مليون م^3،ويليها قطاع الصناعة ،و يبلغ حجم المياه المستخدمة في هذا القطاع 26.507 مليون م^3 ، ويحتل القطاع الخاص المرتبة الأخيرة ،فقد بلغ حجم المياه المستخدمة في قطاع الشرب الخاص 6.983 مليون م^3(وزارة المياه والري ،2012). تعتبر المياه الجوفية مصدرا رئيسيا للمياه في كثير من المناطق في الاردن ومصدرا وحيدا لبعض المناطق ويشكل القطاع الزراعي القطاع الاكثر استهلاكا للمياه بشكل عام والمياه الجوفية بشكل خاص تتغير كميات المياه الجوفية التي يتم استخدامها في كافة المجالات في الاردن من سنة لاخرى وفيما يلي جدول رقم (8) يبين حجم المياه الجوفية التي تم استخدامها في كافة الاستعمالات وذلك من عام 2003-2013:

جدول8.استعمالات المياه الجوفية في الاردن من عام 2003-2012.

السنة	الاستخدامات			الكمية
	الزراعة (م م^3)	شرب واستعمال منزلي (م م^3)	الصناعة (م م^3)	(م م^3)
2003	278.699	207.451	33.265	520.053
2004	251.452	214.732	34.102	501.088
2005	255	217	34	506.8
2006	245.5	198.87	34.45	479.63
2007	244.81	214.0007	44.894	504.45
2008	236.067	228.207	34.27	499.099
2009	245.755	214.67	32.987	494.292
2010	245	231.69	33.9	510.9
2011	252.43	232.086	32.2778	516.8618
2012	250.61	231.41	26.51	508.6276

المصدر:وزارة المياه والري.،2013

نلاحظ من الجدول السابق ان قطاع الزراعة كان القطاع الاكثر استهلاكا للمياه الجوفية حيث بلغت نسبة المياه الجوفية المستخدمة في القطاع الزراعي 54% عام 2012 (وزارة المياه والري،2012). تعتمد الزراعة بشكل عام على ثلاثة مصادر رئيسية للري وهذه المصادر هي:

1- المياه السطحية.
2- المياه الجوفية.
3- المياه المعالجة.

حيث يعتبر القطاع الزراعي القطاع الاكثر استهلاكا للمياه خاصة المياه الجوفية في حين تنخفض الكمية التي يستهلكها القطاع الزراعي بالنسبة للمياه السطحية والمياه المعالجة وفيما يلي جدول

رقم (9) يبين نسبة استهلاك القطاع الزراعي من جميع المصادر المائية المتوفرة في الاردن وذلك من عام 2008-2012:

جدول9.نسبة استهلاك القطاع الزراعي من جميع المصادر المائية.

السنة	المصادر المائية في الاردن		
	المياه الجوفية	المياه السطحية	المياه المعالجة
2008	%47.4	%32.3	%20.3
2009	%42.1	%40.6	%17.3
2010	%48.7	%30.8	%20.5
2011	%53.7	%24.4	%21.9
2012	%54.9	%22.8	%22.3

المصدر: وزارة المياه والري،2013.

ومن الجدول السابق نلاحظ ان القطاع الزراعي هو القطاع الاكثر استهلاكا للمياه مقارنة بباقي القطاعات ،وعند مقارنة استهلاك القطاع الزراعي للمياه حسب المصادر نلاحظ ان النسبة الاكبر التي يستهلكها القطاع الزراعي كانت من مصادر المياه الجوفية ، ومن ثم تليها مصادر المياه السطحية،ومن ثم مصادر المياه المعالجة.

3-2 مصادر المياه الجوفية في الاردن:

تعتبر المياه الجوفية احد اهم مصادر المياه في الاردن، كما وتعتبر المصدر الوحيد في بعض المناطق في الاردن.ويمتلك الاردن (12) حوض مائي موزعة في كامل مساحة المملكة، وتتركز المياه الجوفية في الاردن في ثلاثة احواض رئيسية وهذه الاحواض هي:حوض اليرموك،حوض الزرقاء-عمان،حوض البحر الميت.تتسم المياه الجوفية في الاردن بالندرة وتتغير في كميتها ونوعيتها من حوض لاخر(Al-Halasah,2003).

تعرف المياه الجوفية بانها: هي المياه الموجودة في الطبقات المائية تحت سطح الارض والتي تُستخرج من هذه الطبقات عن طريق حفر الآبار، وهي تعتبر المصدر الرئيسي لتوفير المياه في بعض المناطق ،و المصدر الوحيد في مناطق أخرى في الاردن. وتقسم المياه الجوفية الى قسمين هما:

1- **المياه الجوفية المتجددة:** هي المياه التي تصل الى الطبقات المائية والتي يكون مصدرها مياه الأمطار حيث تتسرب عبر الشقوق والمسامات الموجودة في طبقات الارض ،وهي تعتمد على المعدل السنوي لكميات الأمطار المتساقطة إلى هذه الطبقات.

2- المياه الجوفية الاثرية:

هي المياه التي تجمعت في الطبقات المائية عبر فترات طويلة من الزمن وتوجد تحت منسوب المياه الجوفية المتجددة ،ولكل طبقة منها كمية من المياه المخزنة تعتمد على سماكتها وتشكل حوالي 93% من مجموع المياه الجوفية (وزارة المياه والري،2011).

كما تقسم الأحواض الجوفية في الاردن الى قسميين رئيسيين:

1- الأحواض المتجددة: تعتبر جميع الاحواض الجوفية في الاردن هي احواض متجددة باستثناء حوضان هما : الديسي وحوض الجفر ، يُقدر حجم المياه المستغلة من هذه الأحواض المتجددة في جميع الاستعمالات حوالي 400 مليون متر مكعب ، في حين كانت الكمية المستغلة من الاحواض الجوفية المتجددة في قطاع الزراعة حوالي 198 مليون متر مكعب .

2- الأحواض غير المتجددة: توجد الاحواض الجوفية الغير متجددة بشكل رئيسي في المناطق الجنوبية في الاردن ، ومن أهم الأحواض غير المتجددة هي: حوض الديسي ،وحوض الجفر.وتستخدم مياه هذه الاحواض للاستخدامات المنزلية والاستخدمات في مجال الزراعة (Mohsen and Jaber, 2001) ،حيث بلغت كمية المياه المستغلة في جميع الاستعمالات من الاحواض الجوفية الغير متجددة حوالي 90 مليون متر مكعب،في حين كانت الكمية المستغلة من الاحواض الجوفية الغير متجددة في قطاع الزراعة حوالي 53 مليون متر مكعب،لبلغ اجمالي الكمية المستغلة من جميع الاحواض المتجددة والغير متجددة في جميع الاستعمالات حوالي 509 مليون متر مكعب ،في حين بلغت الكمية المستغلة من جميع الاحواض المتجددة والغير متجددة في قطاع الزراعة حوالي 251 مليون متر مكعب (وزارة المياه والري ،2012). تُعد المياه المستخرجة من الأحواض الجوفية أكبر من المياه المتجددة ليصل العجز في توازن هذه الأحواض الى 191 مليون متر مكعب (وزارة المياه والري،2012) حيث ُيستغل بعض هذه الأحواض ضمن طاقته القصوى وبعضها يتجاوز طاقته التخزينية مما يسبب عجزا في توازن المياه ضمن هذه الأحواض.

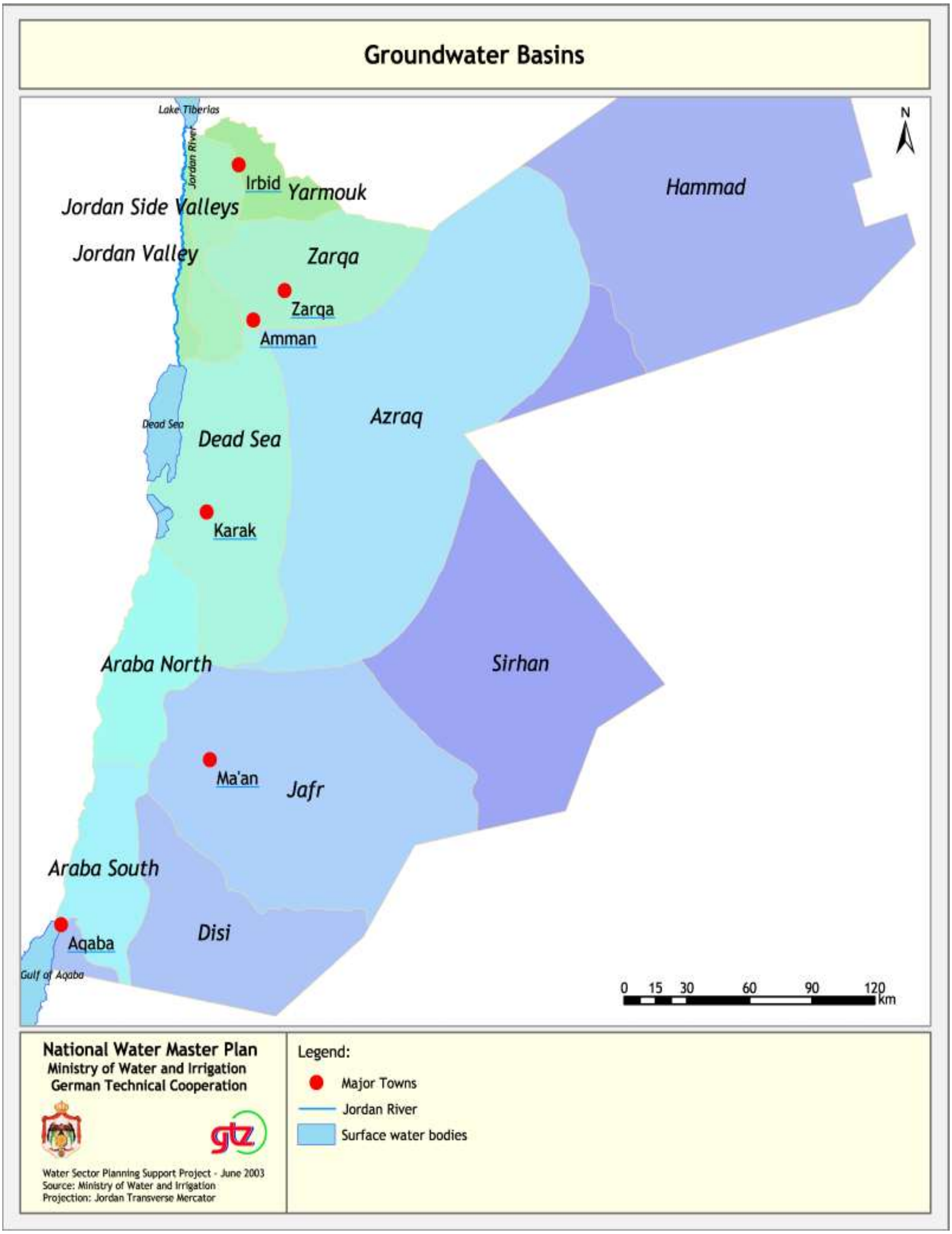
تشكل المياه الجوفية مصدرا هاما للمياه في الأردن،والمصدر الاساسي والوحيد للمياه في بعض المناطق. تتوزع المياه الجوفية في الأردن على عدد من الأحواض المائية والتي يبلغ عددها 12 حوضا و يضم كل حوض أكثر من طبقة مائية وهي :

1- حوض اليرموك.
2- حوض الأودية الجانبية.
3- حوض وادي الأردن.
4- حوض عمان/الزرقاء.

5- حوض البحر الميت.
6- حوض الديسي والمدورة.
7- حوض وادي عربة الشمالي.
8- حوض وادي عربة الجنوبي.
9- حوض الجفر.
10- حوض الأزرق.
11- حوض السرحان.
12- حوض الحماد.

المصدر (وزارة المياه والري،2012) .

وفيما يلي شكل رقم (1) يوضح توزع الاحواض الجوفية في الاردن:



الشكل1.توزع الاحواض الجوفية في الاردن.

المصدر:وزارة المياه والري،2013.

تختلف كمية المياه المخزنة في هذه الأحواض من حوض لأخر، كما تباينت كمية المياه المستخرجة من هذه الأحواض سنويا،فقد بلغت 509 مليون متر مكعب عام 2012 ،وتباينت استخدامات هذه المياه المستخرجة في العديد من القطاعات والمجالات وفيما يلي اهم استخدامات المياه الجوفية في المملكة وهي :

1- مياه الشرب الشخصي.
2- مياه الشرب في الدوائر الحكومية.
3- قطاع الصناعة.
4- قطاع الزراعة.

إلا أن النسبة الأكبر من استخدام المياه الجوفية كانت من نصيب قطاع الزراعة،فقد بلغت نسبة استعمال المياه الجوفية المتجددة والغير متجددة في قطاع الزراعة حوالي 49% مقارنة مع باقي القطاعات (وزارة المياه،2012).

أما نوعية المياه في هذه الأحواض كانت مختلفة من حوض لأخر ،فنوعية المياه في حوض الديسي والمدورة مياه عذبة صالحة للاستخدام ،بينما كانت في بعض الأحواض المائية الأخرى مياه مالحة مسوس غير صالحة للاستخدام.

4-2 استنزاف المياه الجوفية:

يعرف استنزاف المياه الجوفية بانه: انخفاض في حجم مخزون المياه الجوفية الموجودة تحت سطح الأرض ، ويشكل خطر استنزاف المياه الجوفية تأثيرا سلبيا على تزويد المياه ويقود إلى هبوط مستوى الأرض،وتقلل من تدفق المياه السطحية (Bartolino and Cunningham, 2003) .

وفي الأردن تتعرض المياه الجوفية لاستنزاف خطير وذلك بسبب الاستخراج غير المستدام للمياه من جهة ، وحفر الآبار الجوفية العشوائية من جهة أُخرى، وفيما يلي نستعرض كميات المياه المستنزفة في الأحواض المائية المتجددة وغير المتجددة وذلك لمدة اربع سنوات من عام 2009-2012 :

جدول10. كميات الاستنزاف من الاحواض الجوفية من عام 2009-2012.

السنة	الاستنزاف من المياه الجوفية المتجددة ($م م^3$)	الاستنزاف من المياه الجوفية الغير متجددة ($م م^3$)	اجمالي الكميات المستنزفة ($م م^3$)
2009	165.868	84.11	249.978
2010	182.64	83.712	266.352
2011	206.458	82.69	288.69
2012	184.1	75.201	259.3

المصدر:وزارة المياه والري،2013.

نلاحظ من الجدول السابق ان كميات استنزاف المياه بلغت مستويات عالية مما يهدد المياه الجوفية ويعود ذلك الى مجموعة من الاسباب ومن اهمها حفر الابار العشوائية من جهة ومن جهة اخرى زيادة الكميات المستخرجة عن المستوى المحدد والذي يسمى الاستخراج الامن حيث اذا زادت كميات الاستخراج الفعلي عن مستويات الاستخراج الامن سيزيد ذلك من كميات المياه المستنزفة وفيما يلي جدول رقم (11) يبين كميات الاستخراج الامن من المياه الجوفية المتجددة وغير المتجددة وذلك لمدة اربع سنوات من عام 2009 وحتى عام 2012.

جدول11. كميات الاستخراج الامن من الاحواض الجوفية من عام 2009-2012.

السنة	الاستخراج الامن من المياه الجوفية المتجددة ($م م^3$)	الاستخراج الامن من المياه الجوفية الغير متجددة ($م م^3$)	اجمالي كميات الاستخراج الامن ($م م^3$)
2009	275.5	143	418.5
2010	275.5	143	418.5
2011	275.5	143	418.5
2012	275.5	143	418.5

المصدر : وزارة المياه والري،2013.

نلاحظ ان كمية الاستخراج الامن كانت ثابتة.

5-2 نوعية المياه في منطقة وادي الاردن:

تقسم المياه المستخدمة في الري في منطقة وادي الاردن الى نوعين رئيسيين وهما:

1- المياه السطحية العذبة: حيث تكون نسبة الملوحة في هذه المياه اقل من 1000 ملغ / ليتر حيث تستخدم هذه المياه في الري في مناطق شمال الاردن ومناطق المرتفعات،حيث تكون هذه النوعية من المياه صالحة للاستخدام في الري الزراعي حيث تعتبر قناة الملك عبدالله المصدر الرئيسي للري في منطقة وادي الاردن،حيث تم استجرارها من مياه نهر اليرموك.

2- المياه الجوفية: حيث تشير الادلة الموجودة الى انخفاض في مستوى المياه الجوفية بالاضافة الى ارتفاع في مستوى الاملاح في المياه الجوفية،مما سيؤثر ذلك على ارتفاع في تكاليف استخراج هذه المياه،حيث لوحظ ارتفاع في مستوى النترات الملوثة للمياه خاصة في حوض الزرقاء. وتقسم هذه المياه الى مياه صالحة للري الزراعي ومياه جوفية مسوس غير صالحة للري الزراعي.

المياه الجوفية المسوس: هي المياه التي تكون نسبة الاملاح فيها تتراوح مابين 1000 – 10000 ملغ / ليتر،ونظرا لتفاقم مشكلة نقص المياه في الاردن وبالتالي فانه يمكن الاستفادة من المياه الجوفية المسوس وذلك عن طريق تحليتها وجعلها صالحة للاستخدام في كافة المجالات ومن بينها الري الزراعي وخاصة ان تكاليف التحلية اصبحت منخفضة وذلك بسبب التقدم التقني والتكنولوجي في هذا المجال.

تعتبر قناة الملك عبدالله شمالا وسد الملك طلال وقناة الملك عبد الله جنوبا اهم مصادر المياه في منطقة وادي الاردن. يبغ اجمالي تدفق المياه من نهر اليرموك حوالي 355 مليون متر مكعب سنويا الى منطقة وادي الاردن ، وتقسم المساحة المزروعة في وادي الاردن الى عدة مناطق تسمة بالمناطق التنموية، وتقسم كل منطقة من هذه المناطق الى مناطق اصغر منها تسمى وحدات زراعية،تبلغ مساحة المناطق التنموية من 1000 – 5000 دونم ، بينما تبلغ مساحة الوحدة الزراعية من 30- 40 دونم ،حيث يكون لكل وحدة زراعية مصدرلتزويد المياه وفيما يلي جدول يظهر مصادر المياه للوحدات الزراعية في منطقة وادي الاردن.وفيما يلي جدول رقم (12) يبين مصادر مياه الري في منطقة وادي الاردن.

جدول 12.مصادر مياه الري في منطقة وادي الاردن.

اسم المشروع	المرحلة	منطقة التنمية	مصدر المياه
مشروع شمال القناة	1 2 3	1 1,2,6,7,8,10 11,12,13,14,15,16,17 18,19,20,21	خط طبريا ، سد وادي عربة ، سد زغلاب ، نهر اليرموك (قناة الملك عبدالله)
مشروع الشمال الشرقي من الغور	7	3,4,5,7,8,9,10,33,34, 35,36,37,38,39	سد وادي عربة ، سد زغلاب ، سد الكروم
مشروع وسط الغور	4 8	23 22,29	سد الملك طلال
مشروع وسط الغور	8	53	سد الملك طلال
مشروع جنوب القناة	5 6	24,25,30,54 26,27,28	نهر اليرموك (قناة الملك عبدالله) وسد الملك طلال
مشروع حصبان- الكفرين	10	31,32	سد الكفرين - حصبان

المصدر: سلطة وادي الاردن،2012.

يمكن تقسيم محتويات المياه المستصلحة الى املاح وعناصر غذائية ومواد اخرى اخرى ويبين الجدول رقم (13) نسبة الاملاح والعناصر الغذائية الاخرى الموجودة في المصدرين الرئيسين الموجودان في منطقة وادي الاردن وهما قناة الملك عبدالله شمالا(KAC) وسد الملك طلال وقناة الملك عبدالله جنوبا(KTR).

جدول 13.الخواص الكيميائية لمياه الري في وادي الاردن.

المصدر	قناة الملك عبدالله	سد الملك طلال
EC (dS/m)	0.91	1.85
pH	8.28	8.09
Na (meq/l)	3.33	7.28
K ppm	0.16	-
Ca (meq/l)	2.89	5.41
Mg (meq/l)	2.38	4.14
Ca + Mg (meq/l)	5.44	10.96
Ca/Mg	1.21	1.31
Cl (meq/l)	2.87	8.1

المصدر	قناة الملك عبدالله	سد الملك طلال
SO_4 (meq/l)	**1.45**	**3.37**
HCO3 (meq/l)	**4.68**	**6.75**
NO_3 ppm	**4.53**	**13.1**
B ppm	**0.19**	**0.46**
SAR	**2.01**	**3.2**

- متوسطات طويلة المدى (1990-2008)

المصدر :مختبرات مياه سلطة وادي الاردن،2012.

الفصل الثالث

تقنيات تحلية المياه الجوفية المسوس

إن الطلب على مصادر المياه في حالة ازدياد كبيرة، وذلك بسبب ازدياد عدد السكان من جهة،والتطور الاقتصادي من جهة أخرى.ولمواجهة هذا الطلب المتزايد على الموارد المائية كان لابد من البحث على مصادر أخرى ،لذلك تُعد تحلية المياه المالحة حلا هاما لمشكلة نقص المياه وندرتها لمواجهة الطلب المتزايد عليها في المجالات كافة وخاصة مياه الشرب و الري الزراعي ،خصوصا في المناطق التي تعاني من ندرة في المياه.

تعرف عملية تحلية المياه بأنها :عملية إزالة الأملاح المنحلة والمواد الكيميائية الأخرى من المياه سواء أكانت مياه البحار أم المياه الجوفية المالحة .

تعريف المياه الجوفية المسوس : هي المياه التي تكون نسبة الأملاح فيها أعلى من نسبة الأملاح التي تكون في المياه العذبة ولكنها تكون نسبتها في الوقت نفسه أقل من نسبة الأملاح الموجودة في مياه البحر بالاضافة الى وجود بعض المواد الكيميائية فيها كالحديد والكبريت (NWC,2011).

تحوي جميع المحطات التي تستخدم في تحلية المياه الجوفية المسوس ثلاثة انواع رئيسية من المياه:

1- المياه المغذية المالحة.
2- المياه النقية الناتجة عن محطات التحلية تكون منخفضة الملوحة.
3- المحلول الملحي (brine water) ينتج عن تحلية المياه وتكون نسبة الاملاح فيه مرتفعة جدا ولا يمكن الاستفادة منه ويتم تصريفه الى خارج المحطة.

تحتوي مياه البحار على نسبة عالية من الأملاح في حين تقل نسبتها في المياه الجوفية المسوس عن مستوى الأملاح الموجودة في مياه البحار، وهي أكثر من نسبة الأملاح في المياه العذبة. شهدت تقنيات تحلية المياه المالحة تطورا كبيرا في العصر الحديث وخاصة بعد عام 1960،وبالرغم من وجود العديد من التقنيات المتطورة في هذا المجال إلا أنه لم تستطيع جميعها العمل والانتشار بشكل واسع لارتفاع تكلفتها من ناحية، وعدم كفاءتها اقتصاديا من ناحية أخرى . يُعد استهلاك الطاقة ونوعية المياه المطلوبة من أهم المعايير المستخدمة عند اختيار نوع التقنية التي ستستخدم في تحلية المياه.تتنوع التقنيات المستخدمة في تحلية المياه حسب المعايير المذكورة وتقسم تقنيات تحلية المياه المالحة الى مجموعتين رئيسيتين:

1-3محطات التحلية الحرارية :

تعتمد على مبدأ تسخين المياه ومن ثم تبخرها فتخرج الأملاح مع المحلول الملحي الناتج من المحطة والذي يسمى (Brine water)، ومن ثم يتم تكثيف البخار ليتحول الى مياه نقية يتم تصريفها عبر انابيب خاصة ليتم الاستفادة منها، وهي تعتمد على الطاقة الحرارية أو الطاقة الكهربائية كطاقة مستخدمة في تشغيل هذه المحطات.ومن أهم الأنواع التي تستخدم هذا المبدأ في التحلية طريقة الوميض متعدد المراحل (IRENA,2012).

2-3محطات التي تستخدم الاغشية :

تعتمد هذه الطريقة على مبدأ الضغط لدفع المياه عبر أغشية نصف نافذة حيث تسمح للمياه بالعبور وتمنع الأملاح والشوائب الأُخرى بعبور الغشاء،وتعتمد هذه المحطات على الطاقة الكهربائية فقط في تشغيل المحطات،ومن اهم العوامل الاساسية التي تحدد استخدام الطريقة المناسبة في التحلية هي:

1- أسعار مواد الطاقة المستخدمة في تشغيل هذه المحطات.
2- نوعية المياه المستخدمة في التحلية.
3- الموارد التقنية الموجودة في منطقة التحلية.

ومن أهم الأنواع التي تستخدم الأغشية في عملية التحلية طريقة التناضح العكسي،وتعُد هذه الطريقة من أكثر الطرق استخداما في العالم.إضافة إلى بعض التقنيات الأُخرى التي تعتمد كلا المبدأين وهي:

التأثير المتعدد ،الوميض متعدد المراحل، طريقة الضغط البخاري (VC) ،طريقة الديلزة الكهربائية (ED) ،طريقة التناضح العكسي (RO) (Mohsen and Al-jayyosi, 1999). وسيتم عرض مبدأ عمل كل منها بالإضافة الى النواحي السلبية والإيجابية لكل منها وما يميزها عن بعضها.

1-1 المحطات الحرارية:

المحطات الحراية : وتسمى أيضا بعمليات التقطيرأو تكثيف المياه ،وتُستخدم في تحلية مياه البحار وذلك بسبب ارتفاع كميات الطاقة اللازمة لتشغيلها ولذلك تُستخدم هذه الأنواع في الدول التي تتميز بانخفاض أسعار الوقود فيها .يقوم مبدأ عمل هذه المحطات على تسخين المياه المغذية للمحطة حتى تصل الى مرحلة التبخير فتتبخر المياه النقية الخالية من الأملاح وتُخلّف وراءها المحلول الملحي . ومن أهم الطرق التي تستخدم هذا المبدأ في عملية التحلية هي:

3-1-1طريقة الوميض متعدد المراحل(MSF):

تعود استخدام هذه التقنية الى بداية الستينات،حيث تقوم بتحلية المياه وإنتاج مياه عذبة منخفضة تركيز الأملاح فمن الممكن أن تصل نسبة الأملاح الى 10 ملغ/ليتر.(Heather, et al., 2006). يتم بناء هذه المحطات لطاقة إنتاجية يومية تتراوح مابين 40000-57000 متر مكعب / يوم و تستهلك 18 كيلو واط ساعي /لكل متر مكعب (Al-Sahili, et al., 2007) .تتكون من عدة مراحل حيث تُسخّن المياه المالحة ومن ثم تصل الى مرحلة الغليان، تتكون هذه المحطة من عدة حجرات ويختلف الضغط من حجرة لُأخرى فتبدأ من حجرات منخفضة الضغط ثم تنتقل المياه الى حجرات مرتفعة الضغط وتمر المياه من الخلف الى الأمام عبر مراحل المحطة المختلفة ويتم تسخينها وغليها ،ثم تدخل ضمن مرحلة ُأخرى حيث تكون معدلات الضغط مرتفعة، وتسخن الى درجة عالية من الحرارة تتراوح مابين 90-120 درجة مئوية (UN ESCWA, 2001). عندما تدخل المياه المالحة المرحلة الأولى يكون الضغط منخفض وهذا ما يجعل المياه يغلي وفي كل مرحلة يقل فيها مستوى الضغط اكثر سيحول المياه الى بخار .في كل حجرة من الحجرات يتكاثف الماء المغلي في الأنابيب الحرارية التي تستخدم لتسخين المياه المغذية،وتُجمّع نواتج التقطير وتخرج المياه المحلاة في آخر مرحلة الى خارج المحطة،وبالنسبة للمياه المالحة يحدث الأمر نفسه ،فتنتقل من مرحلة الى ُأخرى، وفي كل مرحلة تزداد نسبة الملوحة عن المرحلة السابقة ثم تخرج في المرحلة الأخيرة الى خارج المحطة على شكل محلول محلي(Buros, 2000) .

3-1-2طريقة التأثير المتعدد(ME):

تُعد هذه الطريقة من أقدم الطرق المتبعة في تحلية المياه تتراوح طاقتها الإنتاجية مابين 2000-20000متر مكعب /يوم ،تشبه في عملها طريقة الوميض متعدد المراحل ، إلا أنها تنتج البخار في حجرة حرارية واحدة تعمل على مبدأ وضع الحجرات على شكل سلسلة،وتعريض الحجرات لضغوط من الجانبين مع الإبقاء على قيم متدنية من الضغط وقيم مرتفعة من الحرارة ،حيث تغلي المياه المالحة وتتحول الى بخار و يتحول هذا البخار الى مياه عن طريق تكثيفه في كل مرحلة ،ومن ثم تنتج المياه النقية ويتجمع المحلول الملحي في الأسفل ليتم تصريفه خارج المحطة (Al-Sahili, et al., 2007).

3-1-3طريقة الضغط المتبخر(VC):

إن الطاقة التي تستخدم لتبخير المياه الداخلة الى المحطة لتحليتها في هذه الطريقة تنتج عن طريق الضغط أي الضغط البخاري أوالضغط الحراري،فتنتج الحرارة من الضغط أكثر من وصولها من

الحرارة مباشرة .فعندما يتم تبخير المياه فإن هذا البخار يضغط ليزيد من درجة،وبالتالي فإن هذا البخارالذي درجة حرارته مرتفعة يعود ليستخدم في تسخين المياه وإعادة العملية، وبعد ذلك يتكاثف البخار عندما ينخفض الضغط و تنتج المياه النقية،وتكون نسبة الأملاح فيها منخفضة،أما الأملاح المتبقية فتنتقل عبر المحلول الملحي إلى خارج المحطة.تستهلك هذه التقنية حوالي 7-12 كيلو واط /متر مكعب مما يجعلها اقتصادية مقارنة بالطرق الأخرى لذلك تُستخدم لطاقات إنتاجية منخفضة تصل الى 3000 متر مكعب/يوميا وأقل (Karlsruhe, 2008) .

2-2 الطرق التي تستخدم الأغشية في عملية التحلية:

تختلف هذه الطريقة في طريقة عملها عن الطرق المذكورة سابقا ،و تعتمد هذه الطرق على مبدأ فصل المياه النقية عن الأملاح الموجودة في المياه المغذية عن طريق أغشية نصف نفوذة ،فتسمح للمياه بالعبور وتمنع الأملاح العبور خلالها .ومن أهم التقنيات التي تستخدم هذه المبدأ طريقة التناضح العكسي التي تستخدم الضغط لفصل المياه عن الأملاح،وطريقة الديلزة الكهربائية التي تستخدم الكهرباء لعملية الفصل ،وهنا شرح لكل طريقة على حدا كمايلي :

1-2-3طريقة الديلزة الكهربائية(ED):

تعتمد هذه الطريقة على مبدأ انتقال الأيونات الموجبة الموجودة في الماء عبر غشاء شبه نفوذ يسمى الغشاء الكاتيوني والذي لا يسمح بمرور إلا الأيونات الموجبة ،ويتم ذلك باستخدام قطب كهربائي سالب،وبالمقابل تنتقل الأيونات السالبة عبر غشاء الانيوني منجذبة نحو القطب الموجب،أما الماء العذب فيبقى بين الغشائين حيث يُجمّع ويُسحب من الوحدة،فتكون معظم الأملاح الموجودة في المياه ايونية وبالتالي يمكن نقلها عبر الحقل الكهربائي .تدخل المياه الى عدة غرف مقسمة داخل المحطة عندما يتم توصيل الكهرباء فإن الأيونات تتجه نحو القطب الموجب فيما الكاتيونات تتجه نحو الأقطاب السالبة (Buros, 2000).

تستخدم هذه الطريقة فقط في تحلية المياه الجوفية المالحة لأن كمية الطاقة المستهلكة تزداد مع زيادة نسبة الملوحة (Miller, 2003).

2-2-3طريق التناضح العكسي(RO):

في هذه الطريقة يتم ضخ المياه المغذية بواسطة مضخات تعمل بالطاقة الكهربائية وتولد ضغوطا مرتفعا حيث تصل الى 80 بار،ويكون ضغط المياه المغذية أعلى من الضغط الأسموزي لتنتقل المياه بعد ذلك بواسطة أغشية خاصة الى أوعية مغلقة،فتمنع هذه الأغشية مرور المواد العالقة

بالمياه بمافيها الأملاح وتسمح للمياه النقية بالمرور فقط تاركة خلفها الأملاح.وتتراكم الأملاح والشوائب الأُخرى وتُزالُ فيما بعد حيث تتجمع هذه الأملاح وتنتقل مع المحلول الملحي إلى خارج المحطة.تعتمد كمية المياه النقية الناتجة على قوة الضغط التي تم تطبيقها على المياه.من أهم مايميز هذه الطريقة انخفاض كمية الطاقة المستهلكة حيث تصل الى 3كيلو واط ساعي /متر مكعب (Buros, 2000).

تُعد هذه الطريقة من أحدث طرق التحلية وأقلها تكلفة وتعتمد على مبدأ انتقال المياه العذبة من المحلول الملحي الأكثر تركيزا إلى المحلول الأقل تركيزا من خلال غشاء شبه نفوذ باستخدام الضغط الأسموزي العكسي،ويتم في البداية استخدام أسيتات السيللوز في صناعة الأغشية ،وفي الوقت الراهن طُوّرتِ الأغشية حيث تم مزج الأسيتات الثنائية والثلاثية من السيللوز،ويوجد نوعان من الأغشية التي تُستَخدمُ في صناعة الأغشية وهي :

1- الأغشية الجوفاء .

2- والأغشية اللولبية.

وتتكون الأغشية الجوفية من العديد من الأنابيب الرقيقة،ويصل قطرها الى 85 ميكرون .ويتكون النوع الآخر من طبقات رقيقة ملتفة حول الأنابيب الرئيسية،تُعدُ هذه التقنية حساسة جدا لملوحة المياه ودرجة حرارتها ،لأن الملوحة العالية تؤثر على الضغط الأسموزي مما يتطلب طاقة أكبر.

الفصل الرابع

الاطار النظري والمرجعي

ان الزيادة في عدد السكان و محدودية موارد المياه تُهدّدُ الوجود البشري في ولاية كاليفورنيا،حيث تشكل الزراعة أساس الاقتصاد في هذه الولاية.ولذلك كان لا بد من البحث عن مصادر إضافية لموارد المياه،فقد كانت تحلية المياه الجوفية المسوس من أهم هذه المصادر لتوفير المياه في تلك المنطقة. ذكرت الدراسة وجود العديد من التقنيات المستخدمة في هذا المجال إلا أنه ركز في دراسته على طريقة التناضح العكسي،وقد صُنفت هذه الطريقة بأنها الأفضل بين باقي التقنيات المختلفة،لأن أداءها الاقتصادي الأفضل من بين باقي التقنيات الأخرى وذلك لمجموعة من الأسباب ولعل من أهمها:انخفاض التكاليف وتحملها العالي لنسب الملوحة،والقدرة على إزالة المركبات العضوية المنحلة.وبالتالي أصبحت طريقة التناضح العكسي من بين أهم أفضل الطرق المستخدمة في تحلية المياه التي تستخدم في الري الزراعي. هدفت الدراسة الى معرفة تكاليف تحلية المياه الجوفية باستخدام طريقة التناضح العكسي،وتوصلت الدراسة الى النتائج التالية: تكلفة تحلية مياه البحر AF/$1400،وتكلفة تحلية المياه الجوفية المالحة AF/$900 .كما توصلت الدراسة الى نتيجة وهي أن تحلية المياه الجوفية المسوس وإدارة هذه الموارد سيكون خيارا بديلا لشح المياه خاصة في ظل ندرة المياه،كما أوصت الدراسة بإمكانية تخفيض تكاليف الوقود ومواد الطاقة في المناطق التي تكون فيها تكاليف مواد الطاقة مرتفعة عن طريق الاعتماد على الطاقة البديلة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية (Hemping,2011). وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسة حيث اظهرت نتائج الدراسة ان متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد بلغ 0.21 دينار / م^3.

في عام 1999 قاموا (Mohsen and Aljayousi) بدراسة حول تحلية المياه الجوفية المسوس كبديل لتعزيز إمدادات المياه في الأردن. كان هدف الدراسة الوصول الى أفضل التقنيات لتحلية المياه الجوفية المالحة،حيث تُعد المياه الجوفية المالحة مصدرا هاما محتملا قابلا للتطبيق للتخفيف من ندرة المياه والتغلب على عجز مخزونها. وكانت الدراسة تهدف إلى تقييم تكنولوجيات تحلية المياه باستخدام معايير متعددة كالمعايير التقنية والاقتصادية والبيئية.حيث توصلت الدراسة إلى أن طريقة التناضح العكسي تقع في المرتبة الأولى من حيث المعايير المذكورة تليها طريقة الديلزة الكهربائية، وقد ُصنفت كأفضل الطرق الملائمة في الأردن. ومن ناحية التكاليف توصلت الدراسة إلى النتائج التالية: إن تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من مياه البحر كان حوالي 0.97$ في عام 1985، في حين ذكر الباحث أن تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من المياه الجوفية المسوس في وقت الدراسة كان 0.65$. أكدت الدراسة أن المياه الجوفية المسوس تُعد مصدرا هاما وأساسيا لاغنى عنه في الأردن،وذلك بسبب ندرة المياه وبالتالي يجب

الاهتمام بهذا المصدر والبحث عن تقنيات تمكن من التخفيض من تكاليف التحلية،ومن جهة ُأخرى تُعدُّ مياه البحر مصدرا مائيا هاما الا ان ارتفاع تكلفة تحلية مياه البحار تجعل هذا المصدر بعيد عن الاهتمام بالمقارنة مع المياه الجوفية المسوس. ان الحاجة للمياه تزداد مع ازدياد عدد السكان، وزيادة النشاطات الاقتصادية كالنشاطات الزراعية والصناعية والخدمية. وفي الدول الجافة او الفقيرة بالموارد المائية فان الاعتماد على المصادر الطبيعية للمياه كالمياه الجوفية ومياه الامطار والمياه السطحية يعتبر غير كاف لتغطية الطلب المتزايد على المياه.وبالتالي فان تحلية المياه الجوفية المالحة سيوفر مصدرا مائيا اضافيا لسد العجز المائي التي تعاني منه الدولة. يعتبر الاردن من البلدان التي تعاني من ندرة الموارد المائية لذلك كان لابد من الاعتماد على مصادر اخرى لتوفير العجز التي تعاني منه الاردن ومن اهم هذه المصادر هي تحلية المياه وخاصة المياه الجوفية المسوس والاعتماد عليها في ري المحاصيل الزراعية . يعتمد الاردن على مصدرين رئيسين من المياه المالحة في عملية تحلية المياه وهما:البحر الاحمر،والمياه الجوفية المسوس حيث توفر تحلية المياه من هذين المصدرين مصدرا هاما من المياه النقية التي تستخدم في كافة المجالات وخاصة في الري الزراعي كما في منطقة وادي الاردن،بالاضافة الى استخدامها في الاستخدام المنزلي.حيث بلغت كمية المياه التي تم تحليتها في منطقة وادي الاردن 20 مليون متر مكعب في عام 1999 و تبلغ نسبة الاملاح الموجودة في هذه المياه في منطقة وادي الاردن حوالي 5000 – 10000 ملغ/ليتر.

اشار الباحث (Zhou) عام 2005 في دراسة قام بها حول تقدير تكاليف تحلية المياه المالحة وتكاليف تقدير نقل المياه إلى أن مشكلة ندرة المياه يمكن أن تحل بزيادة المعروض من الموارد المائية، ويتم ذلك عن طريق تحلية المياه سواء أكانت مياه البحار أو المياه الجوفية المسوس. و من ثم تُقدّرُ تكاليف تحلية المياه المالحة للمحطات. وقد أظهرت نتائج التحليل أن تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من مياه البحر حوالي 1$، في حين أن تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من المياه الجوفية المسوس لا تتجاوز 0.6$ مقارنة ب 5 $ في عام 1970. وتشير الدراسة أن هذه التكاليف تُعدُّ مناسبة في الوقت الحالي ، كما تُعد تحلية المياه المالحة وسيلة فعالة وملائمة في المناطق الجافة وشبه الجافة وخاصة التي تتمتع بانخفاض في أسعار مواد الطاقة مما ينعكس على تكاليف التحلية كما في دول الخليج العربي. كما ذكر ان تقنية التناضح العكسي تعتبر من اكثر الطرق كفاءة من الناحية الاقتصادية خاصة في تحلية المياه الجوفية المسوس، كما يمكن ان تناسب هذه التقنية تحلية مياه الانهار والمياه العادمة.تم ترتيب تكاليف تحلية المياه حسب نوعها وذلك من الاكثر تكلفة الى الاقل تكلفة كما يلي:

1- مياه البحر.
2- المياه العادمة.
3- المياه الجوفية المسوس.
4- مياه الانهار.
5- المياه النقية .

حيث تم ترتيب التكاليف من التكلفة الاعلى الى التكلفة الاقل.ويمكن ملاحظة ان جودة المياه الخام تلعب دورا هاما في تقدير تكاليف تحلية المياه بطريقة التناضح العكسي.حيث كلما ارتفعت نسبة الاملاح كلما ادى ذلك الى ارتفاع تكاليف تحلية المياه ،كما ان تقدم التكنولوجيا ادى الى انخفاض تكاليف تحلية المياه حيث انخفضت تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من 5 دولارات عام 1970 الى اقل من 0.6 دولار في الوقت الراهن.

وفي عام 2012 قام (Abazza) بدراسة لتقدير تكاليف تحلية المياه في دول جنوب المتوسط حيث تُعد الزراعة النشاط الاقتصادي الرئيسي في معظم هذه البلدان،ويستهلك قطاع الزراعة حوالي 80% من الموارد المائية، لأن هذه البلدان تعاني من ندرة المياه و عدم وجود كفاءة في استخدام الموارد المائية. ولمواجهة هذه المشكلة في هذه البلدان كان لابد من البحث عن مصادر مائية جديدة ولعل تحلية المياه من أهم هذه المصادر. قامت الدراسة بتحديد تكاليف محطة تحلية المياه ،وتقسم التكاليف الى تكاليف رأسمالية وتكاليف تشغيلية،و تختلف التكاليف حسب مجموعة من العوامل أهمها:موقع محطة التحلية،التقنية المستخدمة في التحلية،طاقة المحطة،ونوعية المياه المحلاة. تتضمن التكاليف الرأسمالية : تكاليف الأرض،والأعمال المدنية،بينما تتضمن التكاليف التشغيلية : المواد الكيميائية،مواد الطاقة،العمل و،أعمال الصيانة. تم تقدير تكاليف تحلية المياه الجوفية المالحة .و اختلفت النتائج كما ذكر سابقا حسب طاقة المحطة والتكاليف الرأسمالية .فقد كانت تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من المياه الجوفية المسوس لمحطة طاقتها الإنتاجية اليومية 10000 متر مكعب هي حوالي 0.38 $. توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها أن زيادة المعروض من المياه عن طريق تحلية المياه سيؤثر على كامل الأنشطة الاقتصادية في البلد مما سيزيد الناتج القومي،كما سينتج عنه منافع اجتماعية من أهمها تحسين فرص العمل و الوضع الصحي. بينما اظهرت نتائج الدراسة ان متوسط تكلفة المتر المكعب الواحد بلغ 0.21 دينار / م^3.

في دراسة في اسبانيا قام بها (Martinez,2009) تناولت الدراسة تجارب حول تحلية المياه الجوفية المسوس،توصلت الدراسة إلى أن تكاليف تحلية المياه الجوفية المسوس وإعادة استخدامها في الري الزراعي هي أقل من باقي الاستعمالات الأخرى سواء أكانت مياه الشرب أو الصناعة وذلك لمجموعة من الأسباب وأهمها:

1- قلة متطلبات العمالة و المواد الكيميائية والأغشية.
2- القدرة على إنتاج المياه طبقا للتعرفة الكهربائية السائدة وبالتالي إنتاج مياه بتكاليف اقل.
3- انخفاض الاحتياجات من الأعمال المدنية،والتشغيل الآلي،وتدابير السلامة لضمان الإنتاج.

في دراسة اخرى قام بها (J. Martínez Beltrán) عام 2004 ذكرت الدراسة أهمية تحلية المياه على إنها المصدر الوحيد للحصول موارد مائية نقية خاصة في ظل ندرة الموارد، ومن ناحية أُخرى تُعد تحلية المياه الجوفية المسوس منخفضة التكاليف وتتميز بالاقتصاد والتوفير عند استعمالها في الزراعة. ذكرت الدراسة ان اختيار نوع التكنولوجيا التي يتم استخدامها في تحلية المياه يتم حسب الطاقة الانتاجية للمحطة حيث تقسم محطات تحلية المياه حسب حجمها الى الاقسام التالية:

1- المحطات الصغيرة (500 متر مكعب/يوم).
2- المحطات المتوسطة (500-5500 متر مكعب /يوم).
3- المحطات الكبيرة (اكبر من 5500 متر مكعب/يوم).

بينما تم تقسيم المحطات في منطقة الدراسة الى ثلاثة فئات رئيسية حسب حجم الطاقة الانتاجية وهي:

1- محطات صغيرة : تتراوح طاقتها الانتاجية بين 18 – 49 م^3 / ساعة ويبلغ عددها 15 محطة.
2- محطات متوسطة : تتراوح طاقتها الانتاجية بين 50 – 99 م^3 / ساعة ويبلغ عددها 7 محطات.
3- محطات كبيرة : تتراوح طاقتها الانتاجية 100 م^3 /ساعة واكثر ويبلغ عددها 3 محطات.

في دراسة قام بها مجموعة من الباحثين (El Harak, et al.,) عام 2013 حول تحليل الأداء الاقتصادي لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس من أجل استخدامها في الري الزراعي في المغرب. تقسم تكاليف التحلية الى مجموعتين فالأولى التكاليف الرأسمالية والثانية التكاليف التشغيلية.فالتكاليف الرأسمالية تشمل تكاليف المعدات والأنابيب والمرافق الخدمية والجهود الهندسية والأنشطة الإدارية .أما التكاليف التشغيلية فتشمل تكاليف الطاقة والمواد الكيميائية وعمليات الصيانة .تحسب التكاليف التشغيلية وتكاليف الصيانة بطريقتين فهي إما يتم حسابها بشكل سنوي اوبحسب تكلفة الوحدة الواحدة من المياه المحلاة . بينت الدراسة أن الأداء الاقتصادي للمحطات بعد شهور من التشغيل أصبح ضعيفا وذلك بسبب ترسب المواد الكيميائية في أغشية المحطة وبالتالي لابد من إزالة الترسبات في هذه الأغشية لتحسين أداء المحطات. وقد قُدرت تكلفة إزالة هيدروكلوريت الصوديوم و ميتابيسلفيت الصوديوم فكانت التكاليف على الترتيب :0.3$ و 0.03 $ لكل متر مكعب. كما توصلت الدراسة الى أن الأداء السيئ للمحطة كان بسبب تلف الأغشية ولكن الوضع أصبح مستقرا بعد إزالة المواد الكيميائية ،كما أوصت الدراسة الى ضرورة معرفة تأثير المياه على التربة وعلى غلة المحاصيل.

في دراسة تمت في اسبانيا حيث هدفت هذه الدراسة لتقدير القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري المحاصيل الزراعية وتوصلت الدراسة الى النتائج التالية : متوسط قيمة المياه باختلاف نوع المحاصيل المزروعة كانت حوالي0.33$ لكل متر مكعب في عام 2005 وتم تقديرها على انها ستكون بحوالي 0.25$ لكل متر مكعب عام 2017 (Jurado, et al.,2008). بينما اظهرت نتائج الدراسة ان متوسط قيمة المياه باختلاف نوع المحاصيل المزروعة بلغ 0.97 دينار / م^3 .
للل

وفي دراسة قام بها (Al-Karablieh, et al.,) عام 2012 لتقدير القيمة الاقتصادية لمياه الري في الاردن،هدفت الدراسة إلى تقدير القيمة الاقتصادية لمياه الري في الاردن. ذكرت الدراسة مجموعة من الطرق المتبعة لتقدير قيمة اي سلعة او خدمة بيئية كالمياه المستخدمة في الزراعة او الصناعة او اي قطاع اقتصادي اخر ومن اهم هذه الطرق:

1- تقدير دالة الطلب على المياه.
2- تقدير دالة الانتاج.
3- الطرق التي تستخدم البرمجة الخطية.
4- طريقة المتبقيات.
5- طريقة القيمة المضافة.

6- طريقة العائد الاقتصادي والعائد المالي.

ولكل طريقة من هذه الطرق ايجابيات وسلبيات . وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على طريقة المتبقيات لتقدير القيمة الاقتصادية للمياه باعتبارها من الطرق الاكثر انتشارا لتقدير قيمة المياه. وقد اختلفت القيمة الاقتصادية للمياه باختلاف المحاصيل المزروعة وتم التوصل الى النتائج التالية: كان متوسط قيمة المياه بالنسبة للمحاصيل الحقلية مساويا 0.60$ لكل متر مكعب، و 1.70$ لكل متر مكعب لمحاصيل الخضار، و0.35$ لكل متر مكعب لأشجار الفاكهة .وكان المتوسط العام لقيمة المياه للمنتجات كافة حوالي0.70$ لكل متر مكعب. كما ذكر الباحث انه عند تقدير قيمة المياه في الزراعة يتم تقدير ذلك لكل محصول على حدا،يتم اختيار المحاصيل عند عملية التقدير على اساس توفر معلومات كافية لهذه المحاصيل ومن اهم هذه المعلومات (المساحة المزروعة،الانتاج الكلي،الغلة ،تكاليف الانتاج).حيث تختلف قيمة المياه في الزراعة حسب عدة عوامل وهي:

1- الزمن (حيث تختلف بين الشتاء والصيف).
2- نوعية المياه (مياه سطحية،مياه جوفية،مياه حلوة،مياه مالحة).

وأوصت الدراسة برفع أسعار مياه الري لأن ذلك سيؤدي إلى فعالية في استخدام مياه الري،كما أوصت بإبقاء أسعار المياه تغطي التكلفة الحقيقية لموارد المياه من أجل المحافظة على استخدام الموارد المائية بشكل دائم . في حيث اظهرت نتائج الدراسة ان قيمة المياه المستخدمة في الري بلغت في محاصيل الخضار 1.01 دينار / م^3، وبلغت 0.5 دينار /م^3 بالنسبة لمحصول الموز ، في حين بلغت 1.4 دينار / م^3 بالنسبة لمحصول النخيل.

في إحدى الدراسات قام بها (Wittholz, et al.,) عام 2007 في أُستراليا حول تقدير تكاليف تحلية المياه باستخدام قاعدة بيانات للتكاليف في مدينة إديلايد في أُستراليا. تم الاعتماد على بيانات لحوالي 300 محطة للتحلية ، توصلت الدراسة الى أن تكلفة المتر المكعب الواحد لتحلية مياه البحر تتراوح من 0.5$- 2$ وذلك حسب حجم محطة التحلية،في حين بلغت تكلفة تحلية المياه الجوفية المسوس 0.25-0.38$ للمتر المكعب الواحد . كما تم تقسيم نسبة مشاركة تكاليف التحلية كمايلي: 87% تكاليف الطاقة ،5% تكاليف المواد الكيميائية،8% تكاليف العمل، وذلك من اجمالي التكاليف التشغيلية. في حين تشكل التكاليف التشغيلية من 15-30% من تكلفة الوحدة المنتجة من المياه وهي المتر المكعب الواحد. وبالتالي فان مضاعفة اسعار مواد الطاقة فهي من شانها ان تزيد تكلفة الوحدة المنتجة الى 50% . وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسة نلاحظ انه

كانت تكاليف الطاقة الكهربائية هي الاعلى حيث بلغت 41 % في حين بلغت تكاليف المواد الكيميائية 20% وبلغت تكاليف العمل 6%.

الفصل الخامس

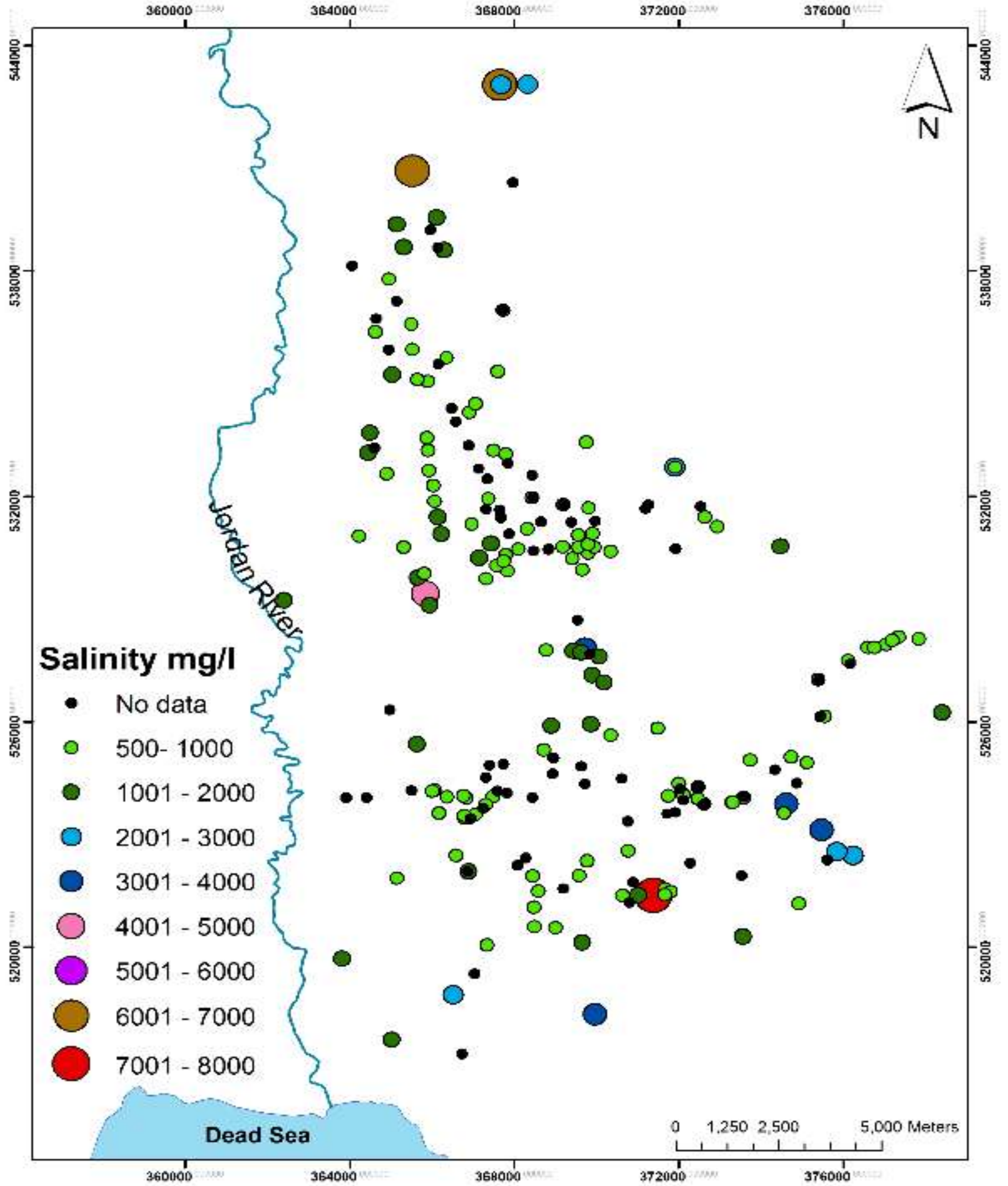
منهجية الدراسة

1-5 منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة (وادي الأردن) في الزاوية الشمالية الغربية من الاردن ،ويمتد من بحيرة طبرية شمالا على ارتفاع 212 م تحت سطح البحر الى البحر الميت جنوبا على ارتفاع 423 م تحت سطح البحر، وهو سهل خصب تبلغ مساحته 400 كم^2.تقسم مصادر المياه في وادي الاردن الى ثلاثة مصادر رئيسية وهي:

1- المياه السطحية والمتمثلة بمياه نهر اليرموك حيث تنقل المياه عن طريق قناة الملك عبدالله في الشمال وسد الملك طلال وقناة الملك عبد الله في الجنوب.
2- المياه الجوفية والمتمثلة بحوض وادي الاردن.
3- المصادر الغير تقليدية والمتمثلة بتحلية المياه الجوفية المسوس.

تختلف نسبة الملوحة في المياه الجوفية في منطقة وادي الاردن حيث تزداد نسبة الملوحة كلما اتجهنا جنوبا وتقل كلما اتجهنا شمالا لذلك تركزت الدراسة في منطقة الاغوار الوسطى والجنوبية حيث تكون فيها نسبة ملوحة المياه الجوفية عالية، وفيما يلي شكل رقم (2) يوضح توزع نسبة الاملاح في المياه الجوفية في منطقة وادي الاردن:



شكل2.توزع نسبة الاملاح في المياه الجوفية في منطقة وادي الاردن.

المصدر : أ. د. مروان الرقاد، مركز بحوث المياة والطاقة والبيئة، الجامعة الاردنية، اتصال شخصي.

2-5 مجتمع الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة من الحائزين الزراعيين الذين يستخدمون محطات تحلية للمياه الجوفية المسوس للحصول على مياه محلاة تُستخدم في ري المحاصيل الزراعية ، تتركز غالبية محطات التحلية في الاغوار الجنوبية والاغوار الوسطى حيث تكون نسبة ملوحة المياه فيها مرتفعة عن نسبة الملوحة الموجودة في المياه الجوفية الموجودة في الاغوار الشمالية. تتراوح عدد المحطات في هذه المناطق حوالي 50 الى 60 محطة وتم اتباع اسلوب المسح الشامل اي جمع بيانات عن جميع المحطات الموجودة ، الا انه اثناء جمع البيانات تم ملاحظة الامور التالية:

1- محطات تم جمع البيانات عنها لتقدير تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد، كما تم جمع البيانات المطلوبة للوصول الى الميزانيات المحصولية ،حيث بلغ عدد هذه المحطات 25 محطة تحلية.
2- محطات تقوم بتحلية المياه الجوفية المسوس الا انها لا تستخدم المياه في ري المحاصيل الزراعية بل يتم استخدام المياه للبيع الخاص او البيع الى سلطة المياه او الفنادق الموجودة في منطقة الدراسة والقريبة الى البحر الميت.
3- محطات متوقفة عن العمل لم نستطع جمع بيانات عنها.
4- محطات عاملة الا ان اصحابها امتنعوا عن اعطاء البيانات لاسباب متعددة واهمها عدم الحصول على ترخيصات من سلطة المياه للابار المحفورة.

وبالنتيجة فقد اصبح عدد المحطات التي تم جمع البيانات عنها 25 محطة فقط من اصل حوالي 50 محطة وذلك بسبب الاسباب التي تم ذكرها سابقا.

3-5 أساليب جمع البيانات:

1-3-5 البيانات الاولية:

تم استخدام اسلوب الاستمارة كاسلوب لجمع البيانات حيث تم تصميم نوعين من الاستمارات : الاولى استمارة خاصة للحصول على البيانات الأولية اللازمة عن محطات تحلية المياه الجوفية المسوس وذلك بهدف تقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد ، بالاضافة الى دراسة الجدوى الاقتصادية لمحطات تحلية المياه ،اما الثانية فهي استمارة خاصة للحصول على الميزانية المحصولية للمحاصيل التي تروى بالمياه المحلاة،وذلك بهدف تقدير القيمة الاقتصادية للمياه او تقدير عوائد تحلية المتر المكعب الواحد المستخدم في ري المحاصيل. شملت الاستمارة الاولى والخاصة بتقدير تكاليف تحلية المياه الجوفية المسوس بواسطة محطات التحلية البنود التالية:

1- التكاليف الاستثمارية:

تعريف التكاليف الاستثمارية: هي التكاليف التي لاترتبط بحجم الانتاج الذي يتم الوصول اليه حيث يتم دفع تكاليف ثابتة بغض النظر الى مستوى الانتاج المطلوب من المياه المحلاة ومن اهم بنود هذه التكاليف البنود التالية:

1- تكاليف الارض.
2- تكاليف الانشاءات والمباني.
3- تكاليف الالات والمعدات.
4- تكاليف الأغشية.

تختلف التكاليف الاستثمارية لمحطات التحلية حسب الطاقة الانتاجية لمحطة التحلية حيث تزداد التكاليف الاستثمارية كلما زادت الطاقة الانتاجية لمحطة التحلية.

2- التكاليف التشغيلية:

تعريف التكاليف التشغيلية : هي التكاليف التي تتعلق بمستوى الانتاج اي بالكميات المنتجة من المياه وهي تتغير كلما تغير حجم الانتاج الذي يتم الوصول اليه.ومن اهم البنود التي تتضمن ضمن هذه التكاليف البنود التالية:

1- تكاليف مواد الطاقة التي تشغل المحطة ،وتتمثل بتكاليف الطاقة الكهربائية.
2- تكاليف المواد الكيميائية المضافة.
3- تكاليف العمل.
4- تكاليف عمليات الصيانة الدورية.

3- عدد الايام العاملة في السنة:

تعمل جميع محطات التحلية طوال العام بدون انقطاع ماعدا ايام الصيانة او التوقف لاسباب خاصة حيث تتراوح عدد الايام العاملة في السنة من 300يوم وحتى 360يوم وذلك حسب المحطة.

4- عمر المحطة :

يختلف عمر المحطات من محطة الى اخرى حيث يتراوح العمر الانتاجي للمحطات من 15 سنة وحتى 25 سنة وذلك حسب المحطة.

5- **عمر الاغشية:**

يقدر العمر الافتراضي للاغشية في جميع المحطات من 3 وحتى 5سنوات ، الا انه من الممكن ان يقل عمر الاغشية الحقيقي عن العمر الافتراضي اومن الممكن ان يزيد عن ذلك وهذا يتعلق بالمحطة نفسها.

6- الطاقة الانتاجية اليومية:

تختلف الطاقة الانتاجية اليومية حسب عدد الساعات المشغلة حيث تختلف من محطة الى اخرى وذلك حسب الحاجة اليومية كما وتختلف في نفس المحطة من فصل لاخر حيث تزداد في فصل الصيف وتقل في فصل الشتاء ، ومن الممكن ان تكون ثابتة على مدار السنة.

7- نسبة الملوحة قبل وبعد التحلية:

تختلف نسبة الملوحة قبل التحلية من محطة الى اخرى وذلك حسب مصدر المياه المغذية اي موقع المحطة ، اما نسبة الملوحة بعد التحلية فتختلف حسب المحصول المزروع وبالتالي مدى تحمله للملوحة، حيث يتم التحكم بنسبة الملوحة بعد التحلية عن طريق عملية الخلط حيث يتم خلط المياه المالحة بالمياه النقية الناتجة عن المحطة.

اما الاستمارة الثانية والخاصة بجمع بيانات عن المحاصيل المزروعة من اجل الوصول الى الميزانية المحصولية حيث تعرف الميزانية المحصولية بانها كشف تفصيلي يبين كميات واسعار المدخلات من عناصر الانتاج المستخدمة والمخرجات اي الانتاج وذلك لوحدة المساحة والتي قد تكون (هكتار،دونم،فدان) وذلك لفترة زمنية محددة (موسم زراعي محدد) ولمنطقة محددة . حيث تتضمن الميزانية المحصولية نوعان من التكاليف كما تتضمن جدول خاص يحوي الايرادات لوحدة المساحة، ويمكن تقسيم هذه التكاليف الى:

1- التكاليف التشغيلية:

هي التكاليف التي ترتبط بمستوى الانتاج وهي تتغير كلما تغير حجم الانتاج الذي يتم الوصول اليه.ومن اهم البنود التي تتضمن ضمن هذه التكاليف هي الاسمدة،البذور ،مواد المكافحة ،المياه،العمل .

2- التكاليف الثابتة:

هي التكاليف التي لاترتبط بحجم الانتاج الذي يتم الوصول اليه حيث يتم دفع تكاليف ثابتة بغض النظر الى مستوى الانتاج المطلوب .ومن اهم البنود التي تتضمن ضمن هذه التكاليف هي:رواتب الموظفين،فوائد راس المال،اهتلاك الالات والمعدات والمباني.

كما تتضمن هذه الاستمارة البنود التالية:

1- كميات مدخلات الانتاج وتتضمن هذه المدخلات كلا من البذور،الاسمدة ،مواد الوقاية ،الشتول بالنسبة للخضار والانسجة بالنسبة للموز والشجرة بالنسبة للنخيل.بالاضافة الى سعر الوحدة الواحدة من هذه المدخلات حيث يتم حساب قيمة هذه المدخلات بضرب كمية المدخلات بسعر الوحدة الواحدة من هذه المدخلات.
2- تكاليف العمالة يتم حسابها بضرب عدد العمال بايجار العامل الواحد .
3- فائدة راس المال المستثمر في العملية الانتاجية ويتم تقديره عن طريق جمع كافة بنود التكاليف التشغيلية وضربها بسعر فائدة مقداره 8%.
4- تكاليف الارض وذلك بتقدير تكلفة الفرصة البديلة اذا كانت الارض مملوكة ،وتحديد ايجار الارض اذا كانت مستاجرة.
5- كميات المياه المستخدمة في الري وذلك لوحدة المساحة وهي الدونم ويتم تقدير كمية المياه بالمتر المكعب / دونم.

3- الايرادات:

ويتم الوصول اليها عن طريق تقدير انتاج وحدة المساحة من المحصول وهي الدونم في هذه الدراسة بالاضافة الى سعر بيع الوحدة المنتجة حيث يتم حساب قيمة الانتاج وذلك بضرب كمية الانتاج بسعر الكيلو الواحد من الانتاج.

2-3-5 البيانات الثانوية:

تم الحصول على البيانات الثانوية اللازمة عن كمية المياه المسوس وعن محطات تحليتها بالإضافة الى بيانات متعلقة في المحاصيل المزروعة التي تروى بالمياه المحلاة وبيانات أخرى تخص الدراسة من خلال بيانات ونشرات سلطة المياه ووزارة الزراعة ودائرة الإحصاءات العامة.

تم جمع هذه البيانات في منطقة الدراسة وهي منطقة وادي الاردن ،من خلال القيام بجولات ميدانية على المزارعين الموجوديين في منطقة الدراسة والذين يستخدمون محطات التحلية لتحلية

المياه من اجل استخدامها في الري الزراعي حيث تم جمع البيانات بطريقة المقابلة الشخصية.حيث تم اعتماد الدونم كوحدة مساحة ،والطن كوحدة لتقدير كمية الانتاج ،بالاضافة الى الدينار كوحدة مستخدمة في بيع المنتجات وشراء مستلزمات الانتاج وكل ذلك في فترة زمنية محددة وهي الموسم الزراعي.

المحاصيل التي شملتها الدراسة هي :

1- محاصيل الخضار وتتضمن (البندورة،الباذنجان،الفلفل الحار،الفلفل الحلو ،الخيار ،الملوخية).
2- اشجار الفواكه (الموز، النخيل).

تم وضع الاستمارات الخاصة بالبحث عن طريق الاستعانة ببعض الدراسات المتعلقة بنفس الموضوع بالاضافة الى الاستفادة من خبرة بعض الاساتذة الموجودين في القسم.

4-5 محددات الدراسة :

1-4-5 المحدد المكاني:

تم اجراء تقييم اقتصادي لتحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الزراعة في منطقة وادي الأردن وهي منطقة تقع على امتداد نهر الأردن داخل الأردن من جهة،ومن جهة ثانية فلسطين المحتلة .تُعد منطقة وادي الأردن من أكثر المناطق انخفاضا تحت سطح البحر .تقسم هذه المنطقة إلى عدة أقسام منها الأغوار الشمالية والأغوار الوسطى والاغوار الجنوبية.تُعد هذه المنطقة من أكثر المناطق خصوبة في الأردن يتميز بمناخه الدافئ شتاء والحار صيفا وهذا المناخ مايميزه عن باقي المناطق حيث يناسب هذا المناخ الكثير من الخضار والفاكهة .

2-4-5 المحدد الزماني:

تمتد الفترة الزمنية اللازمة لإجراء هذا البحث من بداية شهر أيار لعام 2014 حيث جمعت في هذه الفترة الزمنية البيانات اللازمة لإجراء البحث، يتضمن البحث جمع البيانات المطلوبة عن محطات التحلية لتقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد،كما يتضمن البحث جمع البيانات عن المحاصيل المزروعة التي تروى بالمياه بعد تحليتها عن طريق استمارة بحثية تسمى بالميزانية المحصولية لتقدير قيمة المياه اوعائد المتر المكعب الواحد من المياه،كما يجب مراعاة الفترة الزمنية اللازمة الواجب التطرق لها في سياق الدراسة.

3-4-5 المحدد البشري:
جمعت البيانات المطلوبة للبحث عن طريق إجراء مقابلات مع المزارعين الذين يستخدمون محطات تحلية للمياه وإعادة استخدامها في الري الزراعي،كما اجريت بعض المقابلات مع المختصين في هذا الموضوع للاستفادة من خبراتهم،بالإضافة الى مقابلات تمت مع بعض الخبراء في سلطة المياه في منطقة وادي الأردن وخبراء وزارة المياه وسلطة المياه.

5-5 أساليب التحليل الإحصائي:
تم استخدام اساليب التحليل الوصفي كطريقة احصائية مستخدمة في وصف وتلخيص البيانات. وتتنوع الطرق التي يتم استخدامها في عرض البيانات ووصفها من اهم هذه الطرق :الرسومات البيانية والتوزيعات التكرارية ومقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت. وقد تم الاعتماد في هذا البحث على مقاييس النزعة المركزية وقد تم استخدام المؤشرات التالية: المتوسط ، الوسيط .كما تم الاعتماد على مقاييس التشتت وقد تم استخدام المؤشرات التالية:الانحراف المعياري ، القيم الشاذة المتمثلة باعلى قيمة واقل قيمة.

6-5 أساليب التحليل الاقتصادي:
إن الهدف الرئيسي من الدراسة إجراء تقييم اقتصادي لمشروع تحلية المياه الجوفية المسوس و استخدامها في الري الزراعي و معرفة ما إذا كانت المنافع التي يُحصل عليها من المشروع أكبر من تكاليف المشروع. ولإجراء التقييم الاقتصادي تم استخدام الأدوات التحليلية الاقتصادية التالية:

1-6-5تقدير تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد (م^3) من المياه الجوفية المسوس:
تعتبر طريقة التناضح العكسي من اكثر الطرق انتشارا في العالم بشكل عام وفي منطقة الدراسة وادي الاردن بشكل خاص. حيث تستخدم هذه التقنية في تحلية المياه الجوفية المسوس حيث لاتتجاوز قيمة الاملاح فيها عن 10000 ملغ/ليتر. حيث لوحظ اثناء جمع البيانات ان جميع المحطات التي شملها البحث تعتمد على تقنية التناضح العكسي في عملية تحلية المياه. تعتمد المنهجية المستخدمة في هذه الدراسة على جمع البيانات من جميع محطات التحلية التي تقوم بتحلية المياه الجوفية المسوس في منطقة وادي الاردن وهي منطقة الدراسة. وبعد القيام بعملية جمع البيانات عن طريق استخدام الاستمارة التي تم ذكرها سابقا تم الاعتماد على النماذج التالية للوصول الى تقدير حقيقي لتكلفة تحلية المتر المكعب الواحد وهذه النماذج هي:

- **تحليل فعالية التكاليف (Cost-Effectiveness Analysis (CEA):**

لتحليل فعالية التكاليف او تكاليف التحلية نعتمد على مؤشريين اقتصاديين وهما:

- **مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (TAEC):**

و يمكن الحصول على التكلفة الاقتصادية السنوية من المعادلة التالية:

$$TAEC = \frac{r\, I_0\, (1+r)^t}{(1+r)^t - 1} + AOC$$

حيث Io تمثل التكاليف الرأسمالية الكلية ، AOC تمثل التكاليف التشغيلية السنوية، r تمثل معدل الفائدة أو تكلفة الفرصة البديلة،tعمر المشروع.ولا بد من ملاحظة انه يتم ضرب التكاليف الاستثمارية بمعامل الاطفاء ومن ثم يتم جمع التكاليف الاستثمارية مع التكاليف التشغيلية السنوية.

ولحساب نسبة فعالية التكاليف أو تكلفة الوحدة الواحدة نقوم بقسمة مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (TAEC) على الكمية الفيزيائية للمياه المحلاة (Ba) ويكون ناتج هذه العملية تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد وبالتالي يصبح القانون كالتالي :

$$AEC = \frac{TAEC}{B_a}$$

(Al-Karablieh, et al., 2012)

- **متوسط التكاليف الاضافية (Average Incremental Costs (AIC) :**

تعكس متوسط التكاليف الإضافية التكاليف الاضافية الناتجة من توريد طلب إضافي إلى الاقتصاد ونحسب هذا المؤشر باستخدام القانون التالي:

Average Incremental Cost (AIC) $= \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^n}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{W_t}{(1+r)^n}}$

حيث Ct تمثل التكاليف الاستثمارية والتشغيلية الإضافية في السنة Wt، t تمثل الناتج الإضافي من المياه في السنة n ،t تمثل عمر المشروع، r سعر الخصم . حيث يتم حساب القيمة الحالية لاجمالي التكاليف الاستثمارية والتشغيلية وذلك بضربها بمعامل الخصم،كما يتم حساب القيمة الحالية لاجمالي المنافع الفيزيائية وهي الكمية الفيزيائية للمياه عن طريق ضرب قيمة المنافع الفيزيائية بمعامل الخصم ايضا ، وبعد ذلك يتم قسمة التكاليف المخصومة على المنافع الفيزيائية

المخصومة وهي منافع مادية من الناحية الكمية وليس النقدية للوصول الى متوسط التكاليف الاضافية او متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد (Al-Karablieh, et al., 2012).

2-6-5تحليل المنافع-التكاليف(Cost-Benefit Analysis (CBA):

طريقة متبعة لتقييم كل المنافع والتكاليف الناتجة من استثمار مشروع ما. وتتضمن تحويل كل المنافع والتكاليف الى بنود نقدية حيث تُقارنُ المنافع بالتكاليف المرتبطة بها(مقارنة مع تكاليف الفرصة البديلة). و تستخدم منهجية تحليل المنافع والتكاليف لتقرير جدوى المشروع اقتصاديا، أو لتحديد البديل الأنسب وفقا لأعلى فوائد صافية بمقارنة جميع الفوائد بالتكاليف. وإن أهم المؤشرات الاقتصادية التي تُحسب عند تحليل المنافع والتكاليف هي:

- **القيمة الصافية الحاضرة (NPV):** ويتم الحصول على هذا المؤشر عن طريق حساب القيمة الحاضرة للمنافع من اول سنة في المشروع وحتى اخر سنة وتم استخدام معامل خصم عند سعر خصم 8%، وايضا حساب القيمة الحاضرة للتكاليف من اول سنة في المشروع وحتى اخر سنة وتم استخدام معامل خصم عند سعر خصم 8% وقد تم الاعتماد على سعر خصم مقداره 8% وذلك لان سعر الفائدة السائد في البلد هو 8% ،وبعد ذلك يتم طرح القيمة الحاضرة للتكاليف من القيمة الحاضرة للمنافع للوصول الى القيمة الصافية الحاضرة ويبين النموذج الرياضي ذلك كمايلي:

  القيمة الصافية الحاضرة = القيمة الحاضرة للمنافع – القيمة الحاضرة للتكاليف

- **نسبة المنافع الى التكاليف (B/C):** يتم حساب هذا المؤشر عن طريق حساب القيمة الحاضرة للتكاليف والمنافع عند سعر خصم 8% ومن ثم قسمة القيمة الحاضرة للمنافع على القيمة الحاضرة للتكاليف كما يبين ذلك المعادلة التالية:

  نسبة المنافع الى التكاليف = القيمة الحاضرة للمنافع/القيمة الحاضرة للتكاليف

- **معدل العائد الداخلي المالي (IRR):**

ويعرف على انه سعر الخصم الذي تكون عنده القيمة الحاضرة الصافية مساوية للصفر،بمعنى اخر هو سعر الخصم الذي تتساوى عنده القيمة الحاضرة للمنافع مع القيمة الحاضرة للتكاليف.ويتم حساب معدل العائد المالي الداخلي عند سعر خصم 8%.

3-6-5 تقدير القيمة الاقتصادية او العائد لمياه الري المستخدمة في الإنتاج الزراعي :

عند دراسة اقتصاديات المياه لابد من فهم ندرتها وقيمتها.وفي الاردن تعتبر المياه احد المصادر الطبيعية الهامة ولكنها تتسم بالندرة وبالتالي فان تقدير قيمة المياه في الاردن له اهمية كبيرة في مجالات عدة وتتمثل هذه الاهمية بالنواحي التالية :

- تدعم صناع القرار المهتمين بصناعة السياسة المتعلقة بالاستثمار في قطاع المياه وذلك في عدة مجالات وهي:
  1- الاستثمار في نظام تزويد المياه.
  2- الاستثمار في نظام توزيع المياه ونظام الري.
  3- توزيع فعال لمصادر المياه بين القطاعات الاقتصادية المتنافسة على المياه.
  4- وضع اسعار مناسبة للمياه،وللتعريفة الضريبية.
  5- تحديد الاثار الاجتماعية والاقتصادية لقرارات ادارة المياه.

القيمة الاقتصادية للمياه: ان القيمة الاقتصادية لاي سلعة او خدمة يقاس بمدى اشتراكه في حياة الانسان ،وبالنسبة للمياه فيمكن التعامل معها كريع اقتصادي لانها تستخدم كمدخل من مدخلات الانتاج كالارض وغيرها.وبالتالي فان تقدير قيمة المياه يمكن من مقارنة التكاليف والمنافع المتعلقة بالسياسات المائية. إن أخذ قيمة المياه بعين الاعتبار يُعد ضروريا لصانعي القرار في مجال السياسات المتعلقة بالاستثمار في قطاع المياه. توجد طرق متعددة لحساب قيمة المياه ولكن ابسط هذه الطرق هي طريقة المتبقيات (RIM) ،تُعد هذه الطريقة من أكثر الطرق استعمالا في تقدير قيمة المياه المستخدمة في الري. وتُوزع القيمة الكلية للإنتاج على كافة المدخلات المستخدمة في عملية الإنتاج،وتُعد هذه الطريقة أكثر مناسبة عندما تكون قيمة المتبقيات وهنا تمثل المياه الجزء الأكبر من قيمة المدخلات . تعتمد هذه الطريقة على مبدا النظرية الاقتصادية حيث يهدف المنتج الى تعظيم الربح والقيمة الاجمالية للانتاج توزع على كل عامل من عوامل الانتاج من خلال الانتاجية الحدية. يعتبر الانتاج عامل تابع وتعتبر بقية عوامل الانتاج هي عوامل مستقلة وبالتالي يمكن التعبير عن هذه الدالة التي تربط بين الانتاج كعامل تابع وبقية عوامل الانتاج كعوامل مستقلة بالمعادلة الرياضية التالية:

$$Y = f(X's)$$

من اهم عوامل الانتاج التي تستخدم في العملية الانتاجية هي العوامل التالية :

1- راس المال ويرمز له (K).
2- العمل ويرمز له(L).
3- مدخلات الانتاج ومن اهمها الاسمدة،البذور،مواد الوقاية ويرمز لها (M).
4- المياه ويرمز لها (W).

حيث تستخدم هذه المدخلات لانتاج عامل واحد وهو الانتاج ويرمز له (Y)،عند ذلك يمكن كتابة دالة الانتاج بالمعادلة الرياضية التالية:

$Y = f(K, L, M, W)$

حيث تعبر هذه الدالة عن العلاقة بين الانتاج كعامل تابع وعوامل الانتاج كعوامل مستقلة. بافتراض معرفة اسعار مدخلات الانتاج و اسعار الانتاج ايضا كانت معروفة،حيث Py سعر الانتاج، Px سعر مدخلات الانتاج . إن طريقة المتبقيات تعتمد على مبدأ مساواة عائدات المبيعات مع تكاليف الإنتاج .أي إن معدل الإنتاج مضروبا بسعر البيع يكون مساويا إلى مجموع مدخلات الإنتاج مضروبا بسعر كل عامل من مدخلات الإنتاج بالإضافة الى التكاليف الثابتة (فائدة راس المال المملوك، الاهتلاك، أجرة الارض ونفقة الفرصة البديلة للعمالة العائلية) .

على افتراض تعظيم ربح المنتج لمنتج واحد فقط عندئذ تصبح دالة الانتاج كالتالي:

$$TV = \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{Px_i . X_i} + \boldsymbol{P_w . Q_w} + \boldsymbol{TFC}$$

حيث تمثل القيمة (TV) القيمة الاجمالية للانتاج حيث يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:

$TV= Py.Y$

Pxi = اسعار كافة مدخلات الانتاج

Xi = كميات كافة مدخلات الانتاج

Pw = سعر المياه

Qw = كمية المياه

TFC = التكاليف الكلية الثابتة

ومن المعادلة السابقة يمكن الوصول الى دالة الربح عن طريق طريق قيمة الانتاج الكلي من قيمة التكاليف الكلية فدالة الربح يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية في حال إنتاج محصول واحد:

$$\boldsymbol{\pi = P_y . Y - [\sum_{i=1}^{n} Px_i . X_i + P_w . Q_w + TFC]}$$

$\boldsymbol{\pi} =$ دالة الربح

Y تمثل الكمية المنتجة والمباعة، Py تمثل سعر السلعة المباعة، X تمثل مدخلات الإنتاج المستخدمة في عملية الانتاج باستثناء المياه، Px سعر مدخلات الإنتاج باستثناء المياه، Qw تمثل كمية المياه، Pw تمثل سعر المياه. و TFC تمثل إجمالي التكاليف الثابتة. إن قيمة المياه في المدى الطويل والمتمثلة بسعر المياه مضروبا في كمية المياه يمكن أن نكتبه بالمعادلة التالية :

$$\boldsymbol{P_w . Q_w = [P_y . Y - \sum_{i=1}^{n} Px_i . X_i + TFC]}$$

وبقسمة الطرف الثاني على كمية المياه المستخدمة نحصل القيمة المضافة للمياة لكل وحدة منتجة من المحصول وهي القيمة التي يمكن أن يدفعها المزارع في المدى الزمني القصير للاستمرار في عملية الانتاج ويمكن التعبير عن ذلك بالقانون التالي:

$$\boldsymbol{P_w = (TV - \sum_{i=1}^{n} P_i X_i) \Big/ Q_w)}$$

حيث (TV= Py.Y)

- **تقدير الاسعار:**

تم استخدام اسعار باب المزرعة واستخدام هذه الاسعار لتقدير قيمة الانتاج بعد طرح قيمة التكاليف.اما بالنسبة لاسعار مدخلات الانتاج فتم استخدام اسعار السوق وهي الاسعار السائدة في سوق منطقة الدراسة.النتائج التي يتم التوصل اليها تبين القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في الزراعة او الكفاءة الاقتصادية للمياه المستخدمة في الري الزراعي.

.(Al-Karablieh, et al., 2012)

اما أربحية المتر المكعب للمياة فيمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية :

$$P_w = (TV - \sum_{i=1}^{n} P_i X_i + TFC/Q_w)$$

Pw: اسعار المياه

TV: القيمة الكلية للانتاج

TV= Py.Y

والتي تعبر عن قدرة المزارع على الدفع للمتر المكعب للمياة للاستمرار في عملية الانتاج على المدى الزمني الطويل، وبذلك يكون حصل المزارع على عائد للاستثمارات طويلة الأجل وعائد لرأس المال المملوك بالإضافة الى ربع للأرض ونفقة الفرصة البديلة للعمالة العائلية -Al (Karablieh, et al., 2012) .

4-6-5 تقييم الاثار البيئية الناتجة عن محطات تحلية المياه الجوفية المسوس:

سوف تُحدد المنافع المباشرة ،وهي تتمثل بالعوائد الإضافية من تحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الزراعة، والمنافع غير المباشرة وتتمثل بمايلي:العوائد الناتجة عن عدم استمرار تلوث التربة والمصادر المائية بالمياه الناتجة عن محطات التحلية،حيث ينتج عن محطات التحلية مياه مالحة وملوثة لها آثار سلبية على التربة.

كما سوف تُحدد التكاليف المباشرة المتمثلة بتكاليف تحلية المياه الجوفية المسوس المستخدمة في الزراعة، والتكاليف غير المباشرة اي التكاليف البيئية وتتمثل بمايلي:

تكاليف نقل المحلول الملحي او مايعرف (Brine water) من مواقع محطات التحلية الى اماكن التصريف. يتم تصريف المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية في منطقة وادي الاردن الى الاودية الموجودة في المنطقة ومن ثم الى نهر الاردن ومن ثم الى البحر الميت. يعتمد المزارعون الذين يقومون بتركيب محطات تحلية في منطقة وادي الاردن الى تركيب شبكة انابيب يتم نقل من خلالها المحلول الملحي الى اماكن التصريف التي تم ذكرها،ويتم احتساب تكاليف نقل المحلول الملحي الى اماكن التصريف ومن ثم يتم احتساب ذلك للمتر المكعب الواحد وهذا مايعرف بالتكاليف البيئية ليتم اضافة هذه التكاليف الى التكاليف المالية لتحلية المتر المكعب الواحد. تختلف هذه التكاليف من محطة الى اخرى وذلك حسب عدة عوامل ومن اهم هذه العوامل:

1- الطاقة الانتاجية للمحطة.
2- تكاليف شبكة التصريف المستخدمة.
3- المسافة التي تبعد كل محطة عن اماكن التصريف.

تقسم التكاليف البيئية الى التكاليف التالية:

1- تكاليف حفر القناة.
2- تكاليف الانابيب والمعدات الاخرى.

وبعد احتساب التكاليف البيئية الكلية لكل محطة يتم قسمة هذه التكاليف على كمية المياه التي يتم تحليتها وذلك من اجل الوصول الى التكلفة البيئية للمتر المكعب الواحد في كل محطة ومن ثم اضافتها الى التكلفة المالية لتحلية المتر المكعب الواحد حيث يتم استخدام القانون التالي:

التكلفة البيئية للمتر المكعب الواحد = التكاليف البيئية الكلية للمحطة / الطاقة الانتاجية لكل محطة.

الفصل السادس

نتائج الدراسة

يتناول هذا الجزء من الدراسة عرض لنتائج تقدير تكاليف تحلية المياه الجوفية المسوس،كما يتضمن عرض لدراسة الجدوى الاقتصادية من تركيب محطات التحلية واستخدام المياه في الري الزراعي ،بالاضافة الى عرض لنتائج تقدير العائد الاقتصادي للمتر المكعب الواحد المستخدم في ري المحاصيل التي يتم زراعتها في المزارع التي تقوم بتركيب محطات التحلية لاستخدام المياه في ري هذه المحاصيل،بالاضافة الى تقدير التكاليف البيئية الناتجة عن تركيب محطات التحلية.

1-6 التكاليف التشغيلية والاستثمارية لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس:

تم اجراء عملية التحليل الاقتصادي لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس وذلك لوحدة المياه وهي المتر المكعب الواحد ($م^3$)، حيث يعتمد تكلفة المتر المكعب الواحد على مجموعة من بنود التكاليف التشغيلية والاستثمارية اما بنود التكاليف التشغيلية فهي:

1-1-6نتائج تكاليف الطاقة الكهربائية المستخدمة :

يتم استخدام الطاقة الكهربائية لتشغيل محطات التحلية ويبين الجدول رقم (14) تكاليف الطاقة الكهربائية المستخدمة في جميع المحطات التي شملها البحث:

الجدول14.التكاليف الشهرية و السنوية لاستخدام الطاقة الكهربائية في محطات التحلية .

المؤشرات الاحصائية	التكاليف الشهرية دينار/شهر	التكاليف السنوية دينار/سنة
المتوسط الحسابي	2509	30113
الوسيط	1485	17820
الانحراف المعياري	3837	46045
اعلى قيمة	19800	237600
اقل قيمة	450	5400

يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

تم تقدير تكاليف الطاقة الكهربائية لمحطات التحلية وذلك عن طريق تقدير هذه التكاليف بشكل شهري ومن ثم تقديرها بشكل سنوي وذلك حتى نتمكن من حساب التكاليف التشغيلية السنوية ومن ثم تقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد من المياه،اظهرت النتائج ان متوسط التكاليف الشهرية لاستخدام الطاقة الكهربائية بلغ 2509 دينار/شهر ،في حين بلغ متوسط التكاليف السنوية لاستخدام الطاقة الكهربائية 30113 دينار/سنة ،وبلغت قيمة الوسيط للتكاليف الشهرية 1485 دينار شهر ،في بلغت قيمة الوسيط السنوية 17820 دينار/سنة،وبلغت قيمة الانحراف المعياري للتكاليف الكهربائية الشهرية 3837 دينار/شهر ،وبلغت قيمة الانحراف المعياري للتكاليف الكهربائية

السنوية 46045 دينار /سنة،وبلغت اقل قيمة للتكاليف الكهربائية الشهرية 450 دينار/شهر، وبلغت اقل قيمة للتكاليف الكهربائية السنوية 5400 دينار /سنة ،في حين بلغت اعلى قيمة للتكاليف الكهربائية الشهرية 19800 دينار/شهر، في بلغت اعلى قيمة للتكاليف الكهربائية السنوية 237600 دينار/سنة. ونلاحظ من هذه النتائج ان تكاليف الطاقة الكهربائية تزداد كلما زادت عدد الساعات المشغلة في محطات التحلية ، بالاضافة الى ذلك فانها تزداد كلما زادت حجم الطاقة الانتاجية. حيث تم تقسيم محطات التحلية الى ثلاثة فئات رئيسية وذلك حسب الطاقة الانتاجية للمحطات وهذه الفئات هي:

1- محطات صغيرة : تتراوح طاقتها الانتاجية بين 18 – 49 م^{3} / ساعة ويبلغ عددها 15 محطة.
2- محطات متوسطة : تتراوح طاقتها الانتاجية بين 50 – 99 م^{3} / ساعة ويبلغ عددها 7 محطات.
3- محطات كبيرة : تتراوح طاقتها الانتاجية 100 م$^{3/}$ ساعة واكثر ويبلغ عددها 3 محطات.

حيث تم حساب نتائج الدراسة على مرحلتين المرحلة الاولى هي حساب نتائج الدراسة لجميع محطات التحلية سوية ، والمرحلة الثانية حيث تم حساب نتائج الدراسة بعد تقسيم محطات التحلية الى فئات حسب الطاقة الانتاجية ، وفيما يلي جدول (15) يبين تكاليف الطاقة الكهربائية حسب الطاقة الانتاجية :

جدول15.تكاليف الطاقة الكهربائية حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف الشهرية (دينار)	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	**1099**	**13188**
محطات متوسطة	**2493**	**29914**
محطات كبيرة	**9600**	**115200**

نلاحظ من النتائج ان تكاليف الطاقة الكهربائية تزداد كلما زادت الطاقة الانتاجية .

2-1-6تكاليف المواد الكيميائية :

يتم اضافة مجموعة من المواد الكيميائية لعمليات التحلية ومن اهم هذه المواد مادة مانع التكلس ومادة الكلور وفيما يلي جدول رقم (16) يبين تكاليف المواد الكيميائية المستعملة السنوية :

جدول16.تكاليف المواد الكيميائية المضافة الى محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	تكاليف المواد الكيميائية في الشهر (دينار/شهر)	تكاليف المواد الكيميائية في السنة (دينار/سنة)
المتوسط	1108	13296
الوسيط	550	6600
الانحراف المعياري	1296	15548
اعلى قيمة	6300	75600
اقل قيمة	140	1680

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

بلغت قيمة متوسط تكاليف المواد الكيميائية الشهرية 1108 دينار /شهر ، وبلغت قيمتها السنوية 13296 دينار / سنة، وبلغت قيمة الوسيط للتكاليف الشهرية 550 دينار /شهر ، وبلغت قيمة الوسيط السنوية 6600 دينار ، بلغت قيمة الانحراف المعياري للتكاليف الشهرية 1296 دينار /شهر ، في حين بلغت قيمة الانحراف المعياري للتكاليف السنوية 15548 دينار /سنة ، بلغت اعلى قيمة للتكاليف الشهرية للمواد الكيميائية 6300 دينار /شهر، وبلغت اعلى قيمة للتكاليف السنوية 75600 دينار /سنة، وبلغت اقل قيمة للتكاليف الشهرية 140 دينار ، وبلغت اقل قيمة للتكاليف السنوية 1680 دينار /سنة. وفيما يلي جدول رقم (17) يبين تكاليف الطاقة الكهربائية حسب الطاقة الانتاجية :

جدول 17.تكاليف المواد الكيميائية حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	7773
محطات متوسطة	13173
محطات كبيرة	41200

نلاحظ من النتائج ان تكاليف المواد الكيميائية تزداد كلما زاد حجم المحطات.

3-1-6عمليات الاصلاح والصيانة :

تتضمن عمليات الاصلاح مجموعة من البنود الا انه تم تقدير تكاليف الصيانة بشكل شهري ومن ثم تم تقديرها بشكل سنوي حيث قدرت تكاليف جميع البنود مجتمعة وفيما يلي جدول(18) يبين تكاليف الصيانة لجميع محطات التحلية.

جدول18. تكاليف الصيانة والاصلاح لجميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	التكاليف السنوية لعميلات الصيانة والاصلاح
المتوسط	6844
الوسيط	4800
الانحراف المعياري	8198
اعلى قيمة	30000
اقل قيمة	500

عدد المحطات (25) محطة.

*لم يتم تقدير تكاليف الصيانة الشهرية لعدم توفر البيانات ، وتم تقدير تكاليف الصيانة السنوية بشكل مباشر.

تم تقدير تكاليف الصيانة والاصلاح بشكل سنوي لعدم توفرها بشكل شهري اظهرت النتائج ان متوسط تكاليف عمليات الصيانة والاصلاح لكافة محطات التحلية بلغت 6844 دينار /سنوي ،وبلغت قيمة الوسيط 4800 دينار / سنة ،بلغت قيمة الانحراف المعياري 8198 دينار /سنة ، واظهرت النتائج ان اعلى قيمة بلغت 30000 دينار /سنة ، في حين بلغت اقل قيمة 500 دينار /سنة. وفيما يلي جدول رقم (19) يبين تكاليف الطاقة الكهربائية حسب الطاقة الانتاجية :

جدول19.تكاليف الصيانة والاصلاح حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	4339
محطات متوسطة	8629
محطات كبيرة	15200

نلاحظ ازدياد تكاليف الصيانة والاصلاح كلما زاد حجم الطاقة الانتاجية.

4-1-6تكاليف العمل:
تم تقدير عدد العمال في كل محطة مع تقدير تكلفة العامل الواحد في كل شهر ومن ثم تم تقدير تكلفة العمل لكل محطة بشكل سنوي ، وفيما يلي جدول (20) يبين تكاليف العمل لكل محطة :

جدول20.تكاليف العمل السنوية لجميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	تكاليف العمل الشهرية دينار/شهر	تكاليف العمل سنويا دينار/سنة
المتوسط	370	4438
الوسيط	175	2100
الانحراف المعياري	614	7373
اعلى قيمة	3000	36000
اقل قيمة	60	720

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

بلغ متوسط تكاليف العمالة بشكل شهري 370 دينار/شهر،في حين بلغ متوسط التكاليف السنوية 4438 دينار /سنة، وبلغت قيمة الوسيط بشكل شهري 175 دينار /شهر، في حين بلغت قيمة الوسيط بشكل سنوي 2100 دينار /سنة، بلغت قيمة الانحراف المعياري لتكاليف العمل الشهري 614 دينار/شهر، وبلغت قيمة الانحراف المعياري لتكاليف العمل السنوية 7373 دينار /سنة، بلغت اعلى قيمة لتكاليف العمل الشهرية 3000 دينار /شهر، وبلغت اعلى قيمة لتكاليف العمل السنوية 36000 دينار /سنة، في حين بلغت اقل قيمة لتكاليف العمل الشهرية 60 دينار/شهر، اما اقل قيمة لتكاليف العمل السنوية فكانت 720دينار/سنة. وفيما يلي جدول رقم (21) يبين تكاليف العمل حسب الطاقة الانتاجية :

جدول21.تكاليف العمل حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	1800
محطات متوسطة	4191
محطات كبيرة	18200

ترتفع تكاليف العمل كلما زادت الطاقة الانتاجية .

2-6 التكاليف الراسمالية لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس :

تتضمن التكاليف الراسمالية مجموعة من البنود حيث تقسم هذه التكاليف الى التكاليف التالية:

1-2-6تكاليف الابنية:

تتضمن تكاليف الابنية مجموعة من البنود حيث تم تقديرها مجتمعة ومن اهم هذه البنود تكلفة مواد بناء ومظلات ومراوح ، وبعد تقدير تكاليف الابنية الكلية يتم تقدير عمرها الانتاجي ومن ثم معرفة معامل الاطفاء وذلك عن سعر فائدة 8% ،وبعد هذه التقديرات يتم حساب تكاليف الابنية السنوية المطفأة وفيما يلي جدول رقم (22) يبين تكاليف الابنية في محطات التحلية:

جدول22. تكاليف الابنية في جميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	التكاليف الكلية للابنية (دينار)	التكاليف السنوية المطفأة (دينار/سنة)
المتوسط	6560	656
الوسيط	4000	407
الانحراف المعياري	6781	645
اعلى قيمة	30000	2810
اقل قيمة	2000	204

*عدد المحطات (25) محطة.

بلغ متوسط تكاليف الابنية الكلية 6560 دينار،وبلغت قيمة المتوسط للتكاليف السنوية المطفاة 656 دينار/سنة، وبلغت قيمة الوسيط لتكاليف الابنية الكلية 4000 دينار،اما قيمة الوسيط للتكاليف السنوية المطفاة فبلغت 407 دينار/سنة، وبلغت قيمة الانحراف المعياري لتكاليف الابنية الكلية 6781 دينار،في حين بلغت 645 دينار للتكاليف السنوية المطفاة، اظهرت النتائج ان اعلى قيمة للتكاليف الابنية الكلية بلغت 30000 دينار ، اما اعلى قيمة للتكاليف السنوية المطفاة 2810 دينار/سنة، كما اظهرت النتائج ان اقل قيمة للتكاليف الابنية الكلية بلغت 2000 دينار ، وبلغت 204 للتكاليف السنوية المطفاة. وفيما يلي جدول رقم (23) يبين تكاليف الابنية حسب الطاقة الانتاجية :

جدول23.تكاليف الابنية حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط تكاليف الأبنية السنوية (دينار)
محطات صغيرة	516
محطات متوسطة	470
محطات كبيرة	1785

تعتبر تكاليف الابنية مستقلة عن حجم المحطات .

2-2-6تكاليف الاجهزة والمعدات:

تتضمن الاجهزة والمعدات اللازمة لمحطات التحلية مجموعة من البنود الا انه تم تقدير تكاليف جميع بنود الاجهزة والمعدات لجميع محطات التحلية مجتمعة وكما ذكرنا سابقا فانه يتم تقدير التكاليف الكلية للاجهزة والمعدات كما يتم تقدير عمرها الانتاجي ومعرفة معامل الاطفاء عند سعر فائدة 8% ليتم بعد ذلك تقدير التكاليف السنوية المطفاة للاجهزة والمعدات وفيما يلي جدول رقم (24) يبين تكاليف الاجهزة والمعدات لجميع محطات التحلية:

جدول24. تكاليف الاجهزة والمعدات لجميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	تكاليف الاجهزة والمعدات الاجمالية دينار	التكاليف السنوية المطفاة دينار/سنة
المتوسط	117803	11385
الوسيط	35125	3730
الانحراف المعياري	392938	36752
اعلى قيمة	2000000	187358
اقل قيمة	12800	1304

*عدد المحطات (25) محطة.

بلغت قيمة متوسط تكاليف الاجهزة والمعدات الكلية في جميع محطات التحلية 117803 دينار، وبلغت قيمة المتوسط للتكاليف السنوية المطفاة للاجهزة والمعدات 11385 دينار /سنة،اما قيمة الوسيط فبلغت 35125 دينار وذلك لتكاليف الاجهزة والمحطات الكلية ،اما قيمته للتكاليف السنوية المطفاة فبلغت 3730 دينار /سنة، اظهرت قيم الانحراف المعياري قيما عالية فبلغت 392938 دينار لتكاليف الاجهزة والمعدات الاجمالية ، وبلغت 36752 دينار /سنة للتكاليف السنوية المطفاة، بلغت اعلى قيمة لتكاليف الاجهزة والمعدات الاجمالية 2000000دينار، وكانت 187358 دينار

للتكاليف السنوية المطفاة، في حين بلغت اقل قيمة لتكاليف الاجهزة والمعدات الكلية 12800 دينار ، اما اقل قيمة للتكاليف السنوية المطفاة فكانت 1304 دينار /سنة. وفيما يلي جدول (25) يبين تكاليف الاجهزة والمعدات حسب الطاقة الانتاجية :

جدول25.تكاليف الاجهزة والمعدات حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	2876
محطات متوسطة	5223
محطات كبيرة	67878

تزداد تكاليف الاجهزة والمعدات كلما زادت الطاقة الانتاجية.

3-2-6تكاليف الاغشية:

تعتبر الاغشية المكون الرئيسي لمحطات التحلية وكما تعتبر الجزء الفعال الذي يقوم بعملية التحلية ، ولهذا السبب يقدر العمر الافتراضي للاغشية من 3-5 سنوات وذلك حسب المحطة الا انه من الممكن ان يزيد عن هذا الرقم او يقل ، ويتم تقدير تكاليف الاغشية السنوية المطفاة وفيما يلي جدول رقم (26) يبين تكاليف وعمر الاغشية في جميع محطات التحلية:

جدول26. تكاليف الاغشية في محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	تكاليف كلية للاغشية (دينار)	تكاليف سنوية مطفاة (دينار/سنة)
المتوسط	60532	11090
الوسيط	14875	4123
الانحراف المعياري	196388	28982
اعلى قيمة	1000000	149029
اقل قيمة	7650	1900

*عدد المحطات (25) محطة.

بلغت قيمة متوسط تكاليف الاغشية السنوية 60532 دينار، اما قيمة المتوسط للتكاليف السنوية المطفاة فبلغت 11090 دينار /سنة ،اما قيمة الوسيط للتكاليف الكلية للاغشية فبلغت 14875 دينار ، في حين بلغت 4123 دينار للتكاليف السنوية المطفاة للاغشية ،بلغت قيمة الانحراف المعياري

للتكاليف الكلية للاغشية 196388 دينار ، اما قيمة الانحراف المعياري فبلغت 149029 دينار وذلك للتكاليف السنوية المطفاة للاغشية، اظهرت النتائج ايضا ان اعلى قيمة لتكاليف الاغشية الكلية بلغت 1000000 دينار ، وبلغت 149029 دينار للتكاليف السنوية المطفاة ، اما اقل قيمة للتكاليف الكلية للاغشية فبلغت 7650 دينار ، في حين بلغت 1900 دينار للتكاليف السنوية المطفاة. وفيما يلي جدول رقم (27) يبين تكاليف ال حسب الاغشية طاقة الانتاجية :

جدول27.تكاليف الاغشية حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	متوسط التكاليف السنوية (دينار)
محطات صغيرة	3307
محطات متوسطة	6729
محطات كبيرة	60182

حيث تزداد تكاليف الاغشية كلما زادت الطاقة الانتاجية لانها ستحتاج عدد اكبر من الاغشية.

3-6 نتائج تقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد في جميع محطات التحلية:

يوجد طريقتان لتقدير تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد وتشمل هذه الطرق:

- **مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (TAEC):**

و يمكن الحصول على التكلفة الاقتصادية السنوية من المعادلة التالية:

معادلة رقم (1)
$$TAEC = \frac{r\, I_0\, (1+r)^t}{(1+r)^t - 1} + AOC$$

حيث Io تمثل التكاليف الرأسمالية الكلية ، AOC تمثل التكاليف التشغيلية السنوية، r تمثل معدل الفائدة أو تكلفة الفرصة البديلة،tعمر المشروع.ولا بد من ملاحظة انه يتم ضرب التكاليف الاستثمارية بمعامل الاطفاء ومن ثم يتم جمع التكاليف الاستثمارية مع التكاليف التشغيلية السنوية، بالنسبة للتكاليف الاستثمارية تم الحصول عليها عن طريق جمع تكاليف الابنية وتكاليف الاغشية وتكاليف الاجهزة والمحطات وطبعا تم الحصول على قيمتها المطفاة،اما التكاليف التشغيلية فيتم الحصول عليها عن طريق جمع كافة البنود التي تتضمنها هذه التكاليف وذلك بشكل سنوي وفيما يلي جدول (28) يبين مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (TAEC) :

جدول28. مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية لجميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	تكاليف استثمارية السنوية (دينار)	تكاليف تشغيلية سنوية دينار/سنة	اجمالي التكاليف دينار/سنة
المتوسط	23131	54690	77821
الوسيط	7128	31988	39380
الانحراف المعياري	66131	68787	132879
اعلى قيمة	339197	355200	694397
اقل قيمة	3714	14840	21311

*عدد المحطات (25) محطة .

بعد تقدير التكاليف الاستثمارية السنوية يتم اضافتها للتكاليف التشغيلية فنحصل على اجمالي التكاليف ، بلغت قيمة متوسط اجمالي التكاليف 77821 دينار /سنة، وبلغت قيمة الوسيط 39380 دينار،اما قيمة الانحراف المعياري للتكاليف الاجمالية فبلغت 132879 دينار ، اما اعلى قيمة للتكاليف الكلية السنوية فبلغت 694397 دينار ، في حين بلغت اقل قيمة للتكاليف الكلية السنوية 21311 دينار. وعند تقسيم المحطات الى فئات فانه تصبح التكلفة الاقتصادية للمحطات حسب حجمها كما هو مبين في الجدول رقم (29) :

جدول29.مجموع التكلفة الاقتصادية لمحطات التحلية حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	تكاليف استثمارية سنوية (دينار / سنة)	تكاليف تشغيلية سنوية (دينار /سنة)	اجمالي التكاليف السنوية (دينار /سنة)
محطات صغيرة	6699	27100	33799
محطات متوسطة	12422	55907	68329
محطات كبيرة	129846	189800	319646

- **قيمة المنافع التي تحصل عليها المحطات (م^3/سنة):**

تمثل المنافع كميات المياه التي يتم تحليتها سنويا في محطات التحلية وفيما يلي جدول (30) يبين كمية المياه الناتجة عن محطات التحلية سنويا:

جدول30. كمية المياه المحلاة سنويا من جميع محطات التحلية .

المؤشرات الاحصائية	الطاقة الانتاجية في الساعة(م^3/ساعة)	عدد الايام المشغلة في السنة(يوم/سنة)	الطاقة الانتاجية السنوية (م^3/سنة)
المتوسط	57	335	373162
الوسيط	36	330	181800
الانحراف المعياري	65	14	588245
اعلى قيمة	350	360	3024000
اقل قيمة	18	300	79200

عدد المحطات (25) محطة.

*تختلف الطاقة الانتاجية للمحطة حسب الفصل لذلك يعتبر انتاج المحطات غير ثابت من فصل لاخر.

يتم تقدير قيمة المنافع الاجمالية السنوية عن طريق ضرب الطاقة الانتاجية في الساعة في عدد الساعات المشغلة في اليوم في عدد الايام المشغلة في السنة ، بلغت قيمة متوسط الطاقة الانتاجية السنوية 373162 متر مكعب، وبلغت قيمة الوسيط 181800 متر مكعب، اما قيمة الانحراف فبلغت 588245 متر مكعب، اما اعلى قيمة للطاقة الانتاجية فبلغت 3024000 متر مكعب ، واقل قيمة بلغت 79200 متر مكعب /سنة. وعند تقسيم المحطات الى فئات حسب الطاقة الانتاجية تظهر نتائج كمية المياه المحلاة سنويا كما في الجدول التالي رقم (31) :

جدول31.كمية المياه المحلاة سنويا حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	الطاقة الانتاجية في الساعة (م^3/ساعة)	الطاقة الانتاجية السنوية (م^3/سنة)
محطات صغيرة	30	158,590
محطات متوسطة	61	341,457
محطات كبيرة	183	152,000,0

- **تكلفة الوحدة الواحدة (م^3) :**

ولحساب نسبة فعالية التكاليف أو تكلفة الوحدة الواحدة نقوم بقسمة مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (TAEC) التي تم حسابها في الجدول (8) على متوسط المنافع السنوية الفيزيائية (Ba) التي تم حسابها سابقا وبالتالي يصبح القانون كالتالي :

معادلة رقم (2) $AEC = \frac{TAEC}{B_a}$

وفيما يلي جدول (32) يبين تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد كمايلي :

جدول32. تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد في جميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	التكاليف الكلية السنوية (دينار/سنة)	المنافع الكلية السنوية ($م^3$/سنة)	تكلفة تحلية المتر (دينار/$م^3$)
المتوسط	77821	373162	0.21
الوسيط	39380	181800	0.19
الانحراف المعياري	132879	588245	0.05
اعلى قيمة	694397	3024000	0.32
اقل قيمة	21311	79200	0.16

*عدد المحطات (25) محطة .

يتم الوصول الى قيمة تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد عن طريق قسمة التكاليف الكلية السنوية على المنافع الكلية السنوية ،حيث بلغت قيمة متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد 0.21 دينار /متر مكعب، وبلغت قيمة الوسيط 0.19 دينار /متر مكعب،وبلغت قيمة الانحراف المعياري 0.05 دينار /متر مكعب ، اما اعلى قيمة لتكلفة تحلية المتر المكعب الواحد فبلغت 0.32 دينار ، واقل قيمة بلغت 0.16 دينار /متر مكعب واحد. وبعد تقسيم محطات التحلية الى فئات حسب الطاقة الانتاجية اظهرت النتائج في الجدول رقم (33) مايلي:

جدول33.تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	التكاليف الكلية (دينار / سنة)	كمية المياه المحلاة ($م^3$/سنة)	تكلفة الوحدة (دينار /$م^3$)
محطات صغيرة	33799	158590	0.21
محطات متوسطة	68329	341457	0.20
محطات كبيرة	319646	1520000	0.21

تظهر نتائج تكاليف التحلية ان متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد كان متقاربا في جميع فئات محطات التحلية وكان اقلها في المحطات المتوسطة.

- **تقدير تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد عن طريق متوسط التكاليف الاضافية اي عن طريق حساب التكاليف والمنافع المخصومة(Average Incremental Costs (AIC)) :**

يعكس متوسط التكاليف الاضافية التكاليف الاضافية الناتجة من توريد طلب إضافي إلى الاقتصاد ونحسب هذا المؤشر باستخدام القانون التالي:

$$\text{Average Incremental Cost (AIC)} = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^n}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{W_t}{(1+r)^n}}$$ معادلة رقم (3)

حيث Ct تمثل التكاليف الاستثمارية والتشغيلية الإضافية في السنة t ،Wt تمثل الناتج الإضافي من المياه في السنة t، n تمثل عمر المشروع، r سعر الخصم . حيث يتم حساب القيمة الحالية لاجمالي التكاليف الاستثمارية والتشغيلية وذلك بضربها بمعامل الخصم،كما يتم حساب القيمة الحالية لاجمالي المنافع عن طريق ضرب قيمة المنافع بمعامل الخصم ايضا ، وبعد ذلك يتم قسمة التكاليف المخصومة على المنافع المخصومة للوصول الى متوسط التكاليف الاضافية او متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد.يتم حساب معامل الخصم عند سعر الفائدة (0.08).

1- تقدير التكاليف الكلية المخصومة : يتم تقدير التكاليف الكلية المخصومة عن طريق ضرب كل من التكاليف الثابتة والتشغيلية بمعامل الخصم عند سعر فائدة 8%.
2- تقدير المنافع الكلية المخصومة:يتم تقدير المنافع الكلية المخصومة عن طريق ضرب المنافع هذه المنافع بمعامل الخصم عند سعر فائدة 8%.
3- يتم تقدير تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد عن طريق قسمة التكاليف الكلية المخصومة على المنافع الكلية المخصومة ،وفيما يلي جدول (34) يبين التكاليف الكلية المخصومة والمنافع الكلية المخصومة وتكلفة تحلية المتر المكعب الواحد :

جدول34. التكاليف الكلية والمنافع المخصومة وتكاليف تحلية المتر المكعب الواحد.

المؤشرات الاحصائية	التكاليف الكلية المخصومة (دينار)	المنافع الكلية المخصومة ($م^3$)	تكلفة الوحدة الواحدة (دينار /$م^3$)
المتوسط	761,149	3,752,631	0.21
الوسيط	385,154	1,746,059	0.19
الانحراف المعياري	1,308,483	6,269,358	0.05
اعلى قيمة	6,832,569	32,280,523	0.32
اقل قيمة	207,751	845,442	0.16

تبلغ قيمة متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد بهذه الطريقة (0.21 دينار/م) ، وبلغت قيمة الوسيط (0.19 دينار /م)، بلغت قيمة الانحراف المعياري (0.05) دينار ، وبلغت اقل قيمة (0.16 دينار/م) ، في حين بلغت اعلى قيمة (0.32 دينار /م)، نلاحظ من هذه النتائج انه لايوجد اي اختلاف بين هذه القيم والقيم التي تم التوصل اليها في الطريقة السابقة.

6- 4 تحليل المنافع-التكاليف(Cost-Benefit Analysis (CBA):

طريقة متبعة لتقييم كل المنافع والتكاليف الناتجة من استثمار مشروع ما. وتتضمن تحويل كل المنافع والتكاليف الى بنود نقدية حيث تُقارنُ المنافع بالتكاليف المرتبطة بها(بما في ذلك تكاليف الفرصة البديلة). و تستخدم منهجية تحليل المنافع والتكاليف لتقرير جدوى المشروع اقتصاديا، أو لتحديد البديل الأنسب وفقا لأعلى فوائد صافية بمقارنة جميع الفوائد بالتكاليف. وإن أهم المؤشرات الاقتصادية التي تُحسب عند تحليل المنافع والتكاليف هي:

1- **القيمة الصافية الحاضرة (NPV) :**

ويتم الحصول على هذا المؤشر عن طريق حساب القيمة الحاضرة للمنافع من اول سنة في المشروع وحتى اخر سنة وتم استخدام معامل خصم عند سعر فائدة 8%، وايضا حساب القيمة الحاضرة للتكاليف من اول سنة في المشروع وحتى اخر سنة وتم استخدام معامل خصم 8% ،وبعد ذلك يتم طرح القيمة الحاضرة للتكاليف من القيمة الحاضرة للمنافع للوصول الى القيمة الصافية الحاضرة ويبين النموذج الرياضي ذلك كمايلي:

القيمة الصافية الحاضرة = القيمة الحاضرة للمنافع – القيمة الحاضرة للتكاليف

وفيما يلي جدول رقم (35) يبين القيمة الصافية الحاضرة لجميع محطات التحلية :

جدول35. القيمة الصافية الحاضرة لجميع محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	القيمة الحاضرة لاجمالي التكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة لاجمالي المنافع(دينار)	القيمة الصافية الحاضرة (دينار)
المتوسط	761,149	1,239,067	477,918
الوسيط	385,154	903,073	446,324
الانحراف المعياري	1,308,483	1,341,519	284,757
اعلى قيمة	6,832,569	7,101,715	1,325,242
اقل قيمة	207,751	440,010	161,702

*عدد المحطات (25) محطة.

اظهرت النتائج ان جميع محطات التحلية كانت مجدية من الناحية المالية ، حيث بلغت قيمة متوسط القيمة الصافية الحاضرة لجميع محطات التحلية المدروسة 477918 دينار ، وبلغت قيمة الوسيط 446324 دينار ،وبلغت قيمة الانحراف المعياري 284757 دينار ،اما اعلى قيمة فبلغت 1325242 دينار ، في حين بلغت اقل قيمة 161702 دينار . وعند تقسيم محطات التحلية الى فئات حسب الطاقة الانتاجية تبين النتائج كما في الجدول رقم (36) القيمة الصافية الحاضرة :

جدول36.القيمة الصافية الحاضرة حسب الطاقة الانتاجية لمحطات التحلية.

الفئة	القيمة الحاضرة لاجمالي التكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة لاجمالي المنافع (دينار)	القيمة الحاضرة الصافية (دينار)
محطات صغيرة	329,319	707،954	378،635
محطات متوسطة	665,524	1،260،731	595،207
محطات كبيرة	3,143,425	3،844،084	700،659

تزداد القيمة الصافية الحاضرة كلما زادت الطاقة الانتاجية اي كلما زادت التكاليف الراسمالية.

2- نسبة المنافع الى التكاليف (B/C):

يتم حساب هذا المؤشر عن طريق حساب القيمة الحاضرة للتكاليف والمنافع ومن ثم قسمة القيمة الحاضرة للمنافع على القيمة الحاضرة للتكاليف كما يبين ذلك المعادلة التالية:

نسبة المنافع الى التكاليف = القيمة الحاضرة للمنافع/القيمة الحاضرة للتكاليف

وفيما يلي جدول رقم (37) يوضح نسبة المنافع الى التكاليف في جميع محطات التحلية.

جدول37 . نسبة المنافع الى التكاليف في جميع محطات التحلية .

المؤشرات الاحصائية	القيمة الحاضرة الصافية للتكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة الصافية للمنافع (دينار)	نسبة المنافع الى التكاليف (%)
المتوسط	761,149	1,239,067	2.1
الوسيط	385,154	903,073	2.05
الانحراف المعياري	1,308,483	1,341,519	0.63
اعلى قيمة	6,832,569	7,101,715	3.55
اقل قيمة	207,751	440,010	1.04

*عدد المحطات (25) محطة.

بلغت قيمة متوسط نسبة المنافع الى التكاليف في جميع محطات التحلية (2.1) ، وبلغت قيمة الوسيط 2.05 ،كانت اقل قيمة (1.04)،وبلغت اعلى قيمة (3.55) ،وبلغت قيمة الانحراف المعياري (0.63) دينار . وبعد ان يتم تقسيم محطات التحلية الى فئات حسب الطاقة الانتاجية للمحطات تظهر النتائج في الجدول رقم (38) نسبة المنافع الى التكاليف :

جدول38.نسبة المنافع الى التكاليف حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	القيمة الحاضرة لاجمالي التكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة لاجمالي المنافع (دينار)	نسبة المنافع الى التكاليف (دينار)
محطات صغيرة	329,319	707,954	2.1
محطات متوسطة	665,524	1,260,731	1.9
محطات كبيرة	3,143,425	3,844,084	1.2

تظهر النتائج ان نسبة المنافع الى التكاليف تزداد كلما انخفضت الطاقة الانتاجية.

3- معدل العائد الداخلي المالي (IRR):

فيما يلي جدول رقم (39) يوضح معدل العائد الداخلي في جميع محطات التحلية .

جدول39.معدل العائد المالي الداخلي .

المؤشرات الاحصائية	القيمة الحاضرة الصافية للتكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة الصافية للمنافع (دينار)	معدل العائد المالي الداخلي (%)
المتوسط	761,149	1,239,067	101%
الوسيط	385,154	903,073	87%
الانحراف المعياري	8,483،130	1,341,519	0.57
اعلى قيمة	6,832,569	7,101,715	257%
اقل قيمة	207,751	440,010	9%

*عدد المحطات (25) محطة.

بلغت قيمة متوسط معدل العائد المالي الداخلي 101%، وبلغت قيمة الوسيط 87%، كانت اقل قيمة (9%) ،وبلغت اعلى قيمة (257%) بلغت قيمة الانحراف المعياري (0.57) دينار. وعند تقسيم محطات التحلية الى فئات حسب حجم الطاقة الانتاجية يبين الجدول رقم (40) معدل العائد المالي الداخلي :

جدول40.معدل العائد المالي الداخلي حسب الطاقة الانتاجية للمحطات.

الفئة	القيمة الحاضرة لاجمالي التكاليف (دينار)	القيمة الحاضرة لاجمالي المنافع (دينار)	معدل العائد المالي الداخلي (%)
محطات صغيرة	329,319	707،954	114%
محطات متوسطة	665,524	1،260،731	88%
محطات كبيرة	3,143,425	3،844،084	64%

توضح النتائج ان معدل العائد المالي الداخلي يتخفض كلما زادت الطاقة الانتاجية .

5-6 التحليل الاقتصادي لتقدير القيمة الاقتصادية للمياه:

شملت الدراسة مجموعة من المحاصيل وتنوعت هذه المحاصيل بين محاصيل الخضار ومحاصيل الفواكه وفيما يلي عرض يبين القيمة الاقتصادية للمياه لمختلف انواع هذه المحاصيل:

1- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الخضار:

للوصول الى القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري الخضار يتم تحديد الهامش الاجمالي للدونم الواحد ومن ثم يتم قسمتها على كمية المياه المستخدمة في الري ،تختلف المحاصيل المزروعة من محطة الى اخرى، وفيما يلي القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في الري وذلك لمختلف محاصيل الخضار:

- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري محصول البندورة:

جدول41. القيمة الاقتصادية لمياه الري في محصول البندورة.

المؤشرات الاحصائية	الهامش الاجمالي (دينار / دونم)	كميات مياه الري (م^3/دونم)	عائد المتر المكعب (دينار/م^3)
المتوسط	756	575	1.3
الوسيط	755.5	575	1.3
الانحراف المعياري	245	35	0.28
اعلى قيمة	929	600	1.5
اقل قيمة	582	550	1.1

بلغت قيمة المتوسط للقيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري محصول البندورة 1.3 دينار / م^3، وبلغت قيمة الانحراف المعياري 0.28 ، وبلغت اعلى قيمة 1.5 دينار /م^3، اما اقل قيمة فبلغت 1.1 دينار /م^3.

- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري محصول الخيار:

جدول42. القيمة الاقتصادية لمياه الري في محصول الخيار.

المؤشرات الاحصائية	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كميات المياه (م^3/دونم)	عائد المتر الواحد (دينار/م^3)
المتوسط	698	583	1.2
الوسيط	696	600	1.3
الانحراف المعياري	115	29	0.22
اعلى قيمة	813	600	1.4
اقل قيمة	584	550	1

بلغت قيمة متوسط القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الخيار 1.2 دينار /م^3، وبلغت قيمة الوسيط 1.3 دينار /م^3، وبلغت قيمة الانحراف المعياري 0.22، اما اعلى قيمة فبلغت 1.4 دينار /م^3، في حين بلغت اقل قيمة 1 دينار /م^3.

- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الفلفل الحار والحلو:

جدول43. القيمة الاقتصادية لمياه الري في محصول الفلفل الحار والفلفل الحلو.

المؤشرات الاحصائية	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كميات مياه الري (م^3/دونم)	عائد المتر الواحد (دينار/م^3)
المتوسط	343	538	0.7
الوسيط	339	513	0.7
الانحراف المعياري	96	49	0.19
اعلى قيمة	501	600	1
اقل قيمة	250	500	0.5

لم تختلف القيم التي تم الوصول اليها بين الفلفل الحار والحلو ، حيث بلغت قيمة متوسط القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الفلفل الحار والفلفل الحلو 0.7 دينار /م^3، اما قيمة

الوسيط فبلغت ايضا 0.7 دينار /م^3، في حين بلغت قيمة الانحراف المعياري 0.19 دينار ، وبلغت اعلى قيمة 1دينار /م^3، اما اقل قيمة فبلغت 0.5 دينار /م^3.

- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في محصول الباذنجان:

جدول44. القيمة الاقتصادية لمياه الري في محصول الباذنجان.

المؤشرات الاحصائية	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كميات مياه الري (م^3/دونم)	عائد المتر الواحد (دينار/م^3)
المتوسط	692	481	1.5
الوسيط	699	438	1.55
الانحراف المعياري	73.00	114	0.26
اعلى قيمة	766	650	1.7
اقل قيمة	602	400	1.1

بلغت قيمة متوسط القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري الباذنجان 1.5 دينار /م^3، وبلغت قيمة الوسيط 1.6دينار /م^3، وبلغت قيمة الانحراف المعياري 0.26 ، اما اعلى قيمة فبلغت 1.7 دينار /م^3، في حين بلغت اقل قيمة 1.1 دينار /م^3.

- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الملوخية:

جدول45. القيمة الاقتصادية لمياه الري في محصول الملوخية.

المؤشرات الاحصائية	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كميات مياه الري (م^3/دونم)	عائد المتر الواحد (دينار/م^3)
المتوسط	218	550	0.4
الوسيط	218	550	0.4
الانحراف المعياري	23	71	0
اعلى قيمة	234	600	0.4
اقل قيمة	202	500	0.4

بلغت قيمة متوسط القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري محصول الملوخية 0.4 دينار /م^3 ،وبلغت قيمة الوسيط 0.4 دينار /م^3، وكانت اعلى قيمة واقل قيمة هي نفسها 0.4 دينار /م^3، لذلك كانت قيمة الانحراف المعياري 0 دينار.

2- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري الموز:

للوصول الى عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في ري الموز يتم تحديد الهامش الاجمالي للدونم الواحد في كل مزرعة على حدا ومن ثم يتم تحديد كمية المياه اللازمة لري الدونم الواحد ومن ثم يتم قسمة الهامش الاجمالي على كمية المياه المستخدمة في الري،وفيما يلي جدول (46) يبين القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري الموز .

جدول46.القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري الموز.

رقم المحطة	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كمية المياه المستخدمة ($م^3$/دونم)	القيمة الاقتصادية للمياه(دينار/$م^3$)
المتوسط	682	1432	0.5
الوسيط	641	1450	0.4
الانحراف المعياري	133	110	0.1
اعلى قيمة	930	1600	0.7
اقل قيمة	523	1200	0.4

يبلغ متوسط عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في ري الموز (0.5 دينار/$م^3$)، وبلغت اعلى قيمة للعائد (0.7 دينار/$م^3$)،في كانت اقل قيمة للعائد (0.4 دينار /$م^3$)،وبلغت قيمة الانحراف المعياري (0.1) دينار.

3- القيمة الاقتصادية لمياه الري المستخدمة في ري النخيل:

يتم الوصول الى القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري النخيل عن طريق تحديد الهامش الاجمالي ،وتحديد كمية المياه المستخدمة في ري الدونم الواحد .ومن ثم نقوم بقسمة الهامش الاجمالي على كمية مياه الري المستخدمة في ري الدونم الواحد من النخيل ،وفيما يلي جدول (47) يبين القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري النخيل.

جدول47. القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري النخيل.

رقم المحطة	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كمية المياه المستخدمة ($م^3$/دونم)	القيمة الاقتصادية للمياه(دينار/$م^3$)
المتوسط	428	300	1.4
الوسيط	405	280	1.5
الانحراف المعياري	109	59	0.16
اعلى قيمة	601	400	1.6
اقل قيمة	328	250	1.2

يبلغ متوسط عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في ري النخيل (1.4 دينار/$م^3$)، وبلغت قيمة الوسيط 1.5 دينار / $م^3$، وبلغت اعلى قيمة للعائد (1.6دينار /$م^3$)، في حين بلغت اقل قيمة للعائد (1.2 دينار /$م^3$)،اما قيمة الانحراف المعياري فبلغت (0.16) دينار.

6-6 مقارنة قيمة المياه في الزراعة مع قيمة المياه في قطاع السياحة:

يتم استخدام المياه المحلاة في العديد من الاستخدامات ومن اهمها قطاع الزراعة والشرب وقطاع السياحة حيث يتم بيع المياه الى الفنادق الموجودة في منطقة البحر الميت حيث يتم بيع المتر المكعب الواحد بحوالي 0.50 دينار / $م^3$ وتكاليف التحلية تم تقديرها حيث بلغ متوسط تكلفة المتر المكعب الواحد 0.21 دينار / $م^3$ مما يعني ان عائد المتر المكعب الواحد بلغ 0.29 دينار / $م^3$ المستخدم للبيع لقطاع السياحة وبمقارنة هذه القيمة مع قيمة المياه المستخدمة في قطاع الزراعة نلاحظ ان عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في قطاع الزراعة اعلى من عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في قطاع السياحة.

7-6 التحليل الاقتصادي للتكاليف والمنافع البيئية:

كما تم ذكره سابقا فان التكاليف البيئية هي التكاليف الناتجة عن نقل المحلول الملحي (brine water) من محطات التحلية الى اماكن خاصة يتم فيها تصريف المحلول الملحي . يتم تصريف المحلول الملحي في منطقة الدراسة في اودية منخفضة غير صالحة للزراعة حيث يتم نقل المحلول الملحي الى هذه الاودية عبر انابيب بلاستيكية . وفيما يلي جدول رقم (48) يبين التكلفة البيئية للمتر المكعب الواحد الناتج عن تحلية المياه.

جدول48. التكاليف البيئية للمتر المكعب الواحد الناتج عن محطات التحلية.

المؤشرات الاحصائية	التكاليف البيئية (دينار/م^3)
المتوسط	0.004
الوسيط	0.003
الانحراف المعياري	0.002
اعلى قيمة	0.008
اقل قيمة	0.001

اظهرت النتائج ان متوسط التكلفة البيئية والمتمثلة بنقل المحلول الملحي خارج محطات التحلية بلغت (0.004 دينار / م^3)، وبلغت قيمة الوسيط (0.003 دينار / م^3) ،وبلغت اعلى قيمة (0.008 دينار / م^3) ، في بلغت اقل قيمة (0.001 دينار /م^3) .ويمكن ملاحظة ان جميع النتائج كانت متقاربة في جميع المحطات.

الفصل السابع

التأثيرات البيئية لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس

تُعد الآثار البيئية من أهم المشاكل المتعلقة بعمليات تحلية المياه المالحة وخاصة محطات التحلية التي تكون بعيدة عن اماكن التصريف كما في منطقة الدراسة (وادي الأردن) ،حيث ينتج عن محطات التحلية محلول ملحي الذي يسمى (brine water) ،و تكون نسبة الملوحة فيه عالية جدا.الجدير بالذكر أن نسبة الأملاح في المحلول الملحي تختلف من محلول لآخر وذلك باختلاف عمليات المعالجة التي تتم للمياه أي التقنية المستخدمة في عمليات التحلية ،وحسب الاستخدامات المطلوبة من المياه المحلاة. و بالرغم من الفوائد الكبيرة التي تنتج من محطات التحلية والمتمثلة بتوفير كميات كبيرة من المياه المحلاة الصالحة للاستخدام في مجال الري الزراعي من ناحية،وتوفير كميات من المياه المحلاة الصالحة للشرب من ناحية أخرى ، بالإضافة الى حماية المياه الجوفية النقية من الاستخدام الجائر إلا أنه هناك تاثيرات سلبية لهذه المحطات على البيئة وتتمثل هذه التاثيرات السلبية بالنواحي التالية:

1- تراكم الأملاح في المياه المغذية.
2- سمية حقيقية وواضحة من الأملاح المتراكمة والمتركزة.
3- تراكم الأملاح في التربة وتأثيرها على المياه الجوفية.
4- التأثيرات المزمنة والحادة على الزراعة والثروة الحيوانية.
5- تلوث الغلاف الجوي من الغازات المنطلقة من محطات التحلية.

(NWC ,2011)

وتنتج هذه الأضرار والتأثيرات السلبية من استخدام المواد التالية:

1- استخدام مواد الطاقة اللازمة لتشغيل المحطات وماينتج عنها من غازات سامة تضر بالبيئة وذلك بالنسبة للمحطات التي لا تعمل بالكهرباء بل باستخدام الوقود الاحفوري.
2- المياه المالحة الناتجة عن محطات التحلية أي المحلول الملحي حيث يتم تصريفها إلى البيئة المحيطة بالمحطة،وماينتج عن ذلك من آثار سلبية على التربة والمحاصيل الموجودة والثروة الحيوانية في منطقة محطات التحلية.
3- المواد الكيميائية التي يتم إضافتها لمحطات التحلية والتي تستخدم لمنع التكلس ولعمليات تنظيف المحطات. وفيما يلي نعرض الآثار السلبية لمحطات التحلية على البيئة وذلك حسب العنصر المؤثر على البيئة :

1-7 تحديد تاثير الغازات المنطلقة من محطات التحلية على البيئة:

بالرغم من التكاليف العالية التي تتكلفها محطات التحلية وما تتضمنه من تكاليف استثمارية وتكاليف تشغيلية،إلا أن هناك تكاليف بيئية كبيرة تتسبب بها هذه المحطات ومن بينها انبعاث ثاني أُكسيد الكربون نتيجة احتراق مواد الطاقة المستخدمة في تشغيل محطات التحلية وبالتحديد المحطات التي يتم تشغيلها بواسطة الفيول،حيث ان ارتفاع مستوى غاز ثاني أُكسيد الكربون في الهواء سيسبب تأثيرات سلبية خطيرة على المناخ ، لأن ارتفاع مستوى غاز ثاني أُكسيد الكربون في الهواء يسبب ظاهرة الاحتباس الحراري ،وتُعد هذه الظاهرة من الظواهر الخطيرة حيث تتسبب بارتفاع منسوب مياه البحار مما يؤدي لحدوث فيضانات في المناطق المنخفضة،كما أن ارتفاع مستوى غاز ثاني أوكسيد الكربون عن الحدود المسموح فيها سيسبب أضرار صحية واجتماعية للانسان،وقد يتسبب بفقدان العمل، كما تتسبب بأضرار اقتصادية تتمثل بأضرار على المحاصيل الزراعية الموجودة في مناطق تواجد محطات التحلية ،وأضرار على قطاع الثروة الحيوانية وعلى قطاع السياحة (Abazza,2012). تستخدم محطات التحلية التي تعمل بواسطة الوقود كميات كبيرة من الطاقة وهذ ما يزيد من انبعاثات الكربون في الهواء وبالتالي فإن ذلك يسبب قلقا كبيرا.

بالرغم من التطور الحاصل على محطات التحلية ومانتج عن هذا التطور من تقليل كميات الطاقة المستخدمة في محطات التحلية إلا إنها بقيت تستخدم كميات لا يستهان بها من مواد الطاقة يجعلها مصدر قلق بسبب تأثيراتها السلبية على البيئة. يُقدّر حجم غاز الكربون المنبعث من هذه المحطات لكل متر مكعب واحد من المياه المحلاة ،و تختلف الكمية المنبعثة حسب نوع التقنية المستخدمة وبالتالي يختلف حجم الطاقة المستخدمة في عملية التحلية ،فقد بلغ حجم الكربون المنبعث من محطات التحلية التي تعمل بواسطة الوقود و التي تستخدم تقنية الوميض متعدد المراحل حوالي 10-20 كغ/م^3 ،في حين بلغ حجم الكربون المنبعث في محطات التحلية التي تستخدم تقنية الديلزة الكهربائية مايعادل 11.2-19.6 كغ/م^3 ،أما محطات التحلية التي تستخدم تقنية التناضح العكسي فتختلف حجم الغازات السامة المنطلقة منها حسب مصدر الطاقة المستخدم، وفيما يلي جدول رقم (49) يوضح حجم الغازات المنطلقة بحسب مصدر الطاقة المستخدم في محطات تحلية المياه التي تستخدم تقنية التناضح العكسي:

جدول49.حجم الغازات المنطلقة حسب مصدر الطاقة المستخدم في محطات التحلية.

مصدر الطاقة	الفحم	النفط	الغاز الطبيعي	الطاقة النووية	الطاقة الشمسية	طاقة الرياح
حجم الانبعاثات المنطلقة/م^3	**5.481كغ**	**3.775كغ**	**2.253كغ**	**0.018كغ**	**0كغ**	**0كغ**

المصدر :(Abazza,2012)

7-1-1 الغازات السامة المنبعثة من محطات التحلية :

من اهم الغازات المنبعثة من محطات التحلية والتي تؤثر على البيئة الغازات التالية:

1- غاز ثاني أوكسيد الكربون CO2.
2- غاز أوكسيد النتروجين NO.
3- غاز الكبريت SO .

تنبعث هذه الغازات من محطات التحلية الى الغلاف الجوي مما يسبب تلوثا بالغلاف الجوي،و تعتمد الكمية المنبعثة من هذه الغازات في الغلاف الجوي على حجم الطاقة المطلوبة لتحلية المتر المكعب الواحد من المياه،فكلما قلت كمية الطاقة المطلوبة للتحلية قل حجم الغازات المنبعثة الى الغلاف الجوي (Abazza,2012).

7-1-2 قياس تكاليف التلوث بالغازات السامة:

يتم قياس تكاليف التلوث بالغازات الملوثة عن طريق تحديد حجم الغازات المنبعثة من محطات التحلية بالطن،بالإضافة الى تحديد الأمراض الوبائية المنتشرة في منطقة الدراسة،فإن استخدام محطات التحلية للحصول على مياه نقية صالحة للاستخدام في كافة المجالات يتطلب الاهتمام بشدة بانبعاثات الغازات من هذه المحطات.لذلك فإنه يجب استنفاذ وبشكل كامل الوسائل البديلة لتوريد المياه من خلال الاهتمام بالكفاءة التقنية والتخصصية كافة قبل اللجوء الى استخدام الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي للطاقة،ويُستخدم الوقود الاحفوري في الدول التي تكون الأسعار فيها منخفضة. وتُقدّر تكلفة الطن الواحد من الانبعاثات من كامل الغازات المنبعثة و تكلفة الانبعاثات الناتجة لكل متر مكعب واحد الناتج عن عملية التحلية.يتم حساب تكلفة انبعاث الغازات السامة التالية وهي:غاز أوكسيد الكربون(co2)،غاز النتروجين(NO2) ،غاز الكبريت (SO2) ،ليتم اضافتها الى تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد (Becker et al,2010).

2-7 تحديد تاثير المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية (brine water):

ينتج عن تحلية المياه المالحة محلول ملحي تكون نسبة الأملاح فيه مرتفعة جدا يسمى هذا المحلول الملحي (brine water) ،وتُعد هذه المياه المالحة والملوثة الناتجة عن محطات تحلية المياه مياه غير قابلة للاستخدام في كافة المجالات ولها تأثيرات سلبية كبيرة ،ويختلف هذا التأثير حسب المكان الذي سيتم تصريف فيها المحلول الملحي، فإذا كانت محطات التحلية قريبة من البحار فيتم تصريفه الى مياه البحار أو يُصرّف المحلول الملحي الى الأراضي المجاورة لمحطات التحلية،وبالتالي يؤدي إلى حدوث تأثيرات للمحلول الملحي على التربة والمحاصيل الموجودة في المنطقة ،أو يُصرّف هذا المحلول الملحي عبر أنابيب الى الوديان والأنهار الموجودة في المنطقة،ويًصرّف المحلول الملحي في منطقة الدراسة الى نهر الأردن ومن ثم تصل هذه المياه المالحة الى البحر الميت. وإن التأثير على الحياة البحرية من أهم الآثار الناتجة عندما يُصرّف المحلول الملحي في البحار،فقد ذكر البنك الدولي في تقريره عام 2007،حدوث تأثيرات سلبية للمياه الناتجة عن التحلية وماتحتويه هذه المياه من مواد كيميائية سامة قد أثّرت على الحياة البحرية، وفيما يلي عرض للاثار السلبية للمحلول المحلي والمواد الكيميائية الموجودة فيه وذلك حسب المنطقة التي سيتم تصريف المحلول الملحي فيها.

1-2-7 تاثير الاملاح الموجودة في المحلول الملحي على التربة:

من أهم الامور التي يجب التركيز عليها في محطات التحلية عند دراسة الآثار البيئية المحلول الملحي لأن نسبة الاملاح فيه مرتفعة جدا ، بالاضافة الى وجود مجموعة من المواد الكيميائية الناتجة من عمليات التحلية. تختلف نسبة الأملاح في المحلول الملحي حسب التقنية المستخدمة في التحلية ، يؤثر هذا المحلول الملحي على البيئة تأثيرا سلبيا، وسوف نقوم بعرض تأثير المحلول الملحي على تربة بيئة المحطة كمايلي:

1-1-2-7 التاثير على ملوحة التربة:

تحدث ملوحة التربة بسبب تأثيرات عدة ومن أهمها:

1- مستويات عالية من الأملاح في التربة.
2- النشاطات البشرية الخاطئة قد تتسبب بملوحة التربة.
3- التغيرات المناخية.
4- المحلول الملحي الذي ينتج عن محطات التحلية.

وسنتطرق في هذه الدراسة الى تأثير المحلول الملحي على التربة ،وتؤدي هذه التاثيرات على التربة بالنواحي السلبية التالية:

1- أضرار سلبية على نمو النباتات والغلة.
2- الحاجة الى كميات أكبر من مياه الري المطلوبة لري المحاصيل الزراعية.
3- الأضرار التي تلحق بالبنية التحتية (الأنابيب، الكابلات، أنابيب الري).
4- تخفيض جودة المياه السطحية والجوفية.
5- تآكل التربة بسبب تراكم كميات كبيرة من الأملاح .

(NWC ,2011)

2-1-2-3 تأثير صودية التربة:

يرتبط الصوديوم مع الكلوريد في الترب الملحية لتشكيل الاملاح،ويعمل هذا النوع من الترب الملحية على تقليل كمية المياه المتاحة للمحاصيل المزروعة وبالتالي يقلل من كمية الغلة الناتجة، مما يؤثرعلى كمية الانتاج .فإنه يتم في هذه الترب الصودية غسل كميات كبيرة من الكلوريد تاركة أيونات الصوديوم تعلق على جزيئات الطين ونتيجة لذلك تصبح جزيئات الطين رطبة وتصبح التربة غير مستقرة وضعيفة وبالتالي تصبح منيعة على المياه والجذور (NWC ,2011).

2-2-7 تاثير المواد الكيميائية الذي يحتويها المحلول الملحي (brine water) :

يحتوي المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية مجموعة من المواد الكيميائية ومن اهمها:

1- الكلور.
2- المعادن النادرة .
3- الهيدروكربونات المتطايرة.
4- مانعات التكلس.
5- المواد الكيميائية التي تستخدم في تنظيف المحطات.

إذا كانت هذه المياه الناتجة من عمليات التحلية تتدفق وتصب في المياه البحرية فإنها تؤثر تاثيرا سلبيا على البيئة البحرية، وهذا ينطبق على محطات التحلية التي تعمل على تحلية مياه البحار المالحة (البنك الدولي.2007).

أما في محطات التحلية التي تقوم بتحلية المياه الجوفية المالحة فهي ُتقام في مناطق بعيدة عن البحار والمحيطات وبالتالي يكون تأثيرها مختلف عن تلك المحطات التي تقام في المناطق القريبة من البحار، ففي محطات تحلية المياه الجوفية المالحة تنقل هذه المياه المالحة و الملوثة وتُصرّف الى مناطق خاصة فيها،وهناك ُتُجمّع المياه الناتجة عن محطات التحلية فوق الأرض في برك خاصة او تُصرّف الى الوديان او الأنهار القريبة منها،او تُضخّ عبر مضخات إلى مناطق شمسية لتتبخر.وتُعد جميع هذه الخيارات المذكورة غير دائمة وغير فعالة ،لأن الأملاح والملوثات الناتجة

عن هذه المحطات ستسبب بخلق مناطق جافة في أماكن وجود هذه المحطات ،فتحول الترب الصالحة للزراعة الى ترب ملحية غير صالحة للزراعة.وبالتالي لابد من حساب التكاليف البيئية الناتجة عن محطات التحلية.وإن تعديل اسعار المياه و استخدام الطاقة النظيفة في عمليات التحلية من أهم الأدوات المستخدمة لتقليل الآثار السلبية لأن أ ضرارها أقل على البيئة، وبالتالي لابد من حساب هذه التكاليف البيئية ليتم إضافتها الى باقي التكاليف وكي تُقدّر الكلفة الحقيقية لتحلية المياه المالحة (Abazza,2012).ولتحديد الآثار البيئية لهذه المياه المالحة (brine water) الناتجة عن محطات التحلية لابد من تحديد الخواص الفيزيائية لهذه المياه وتحديد المواد الكيميائية المضافة لمحطات التحلية للقيام بعملية التحلية.

1- الخواص الفيزيائية للمحلول الملحي (brine water) :

تتمثل الخواص الفيزيائية لهذه المياه بصفتين رئيسيتين وهما :

1- نسبة الملوحة:

تتراوح نسبة ملوحة المياه الجوفية الموجودة في منطقة الدراسة ما بين 1000-10000 ملغ/ليتر إلا أن نسبة الملوحة في المحلول الملحي الناتج عن المحطات تتجاوز هذا الرقم بكثير وذلك لأن نسبة ملوحته تتعلق بمعدل الاسترداد حيث يتم حساب معدل الاسترداد كما يلي:

معدل الاسترداد = كمية المياه النقية الناتجة / كمية المياه المسوس الكلية التي تغذي المحطة.

(NWC ,2011)

وعليه كلما زاد معدل الاسترداد قلّت كمية المياه المالحة (ا brine water) الناتجة ، و تزداد نسبة الملوحة الموجودة في المحلول الملحي الناتج (brine water)عن محطات التحلية.وعادة مايتراوح معدل الاسترداد مابين 40%-64% في محطات التحلية التي تعتمد تقنية التناضح العكسي (Lattemann, et al., 2008). في حين يبلغ معدل الاسترداد في محطات التحلية التي تعتمد تقنية الوميض متعدد المراحل حوالي 10% وبالتالي تكون نسبة الملوحة في(brine water) حوالي 1.5 مرة فقط من نسبة ملوحة المياه الجوفية المسوس الداخلة الى محطات التحلية بذلك نستنتج بأن المحطات التي تعتمد على تقنية الوميض متعدد المراحل يكون تاثيرها السلبي على البيئة أقل من المحطات التي تعتمد على تقنية التناضح العكسي ، لأن نسبة الملوحة في (brine water) تكون أقل (Höpner, 1999) . ويختلف تاثير ملوحة المياه على البيئة باختلاف الأماكن التي تُصرّف فيها والمناطق التي تُنقل إليها . ففي حالة تصريف هذه المياه إلى مياه البحار والمحيطات سوف تُؤثر بشكل سلبي على حياة الكائنات البحرية الموجودة فيها.وعليه فإن ملوحة المياه يكون لها دور هام في مدى التأثير على حياة هذه الكائنات،تشير غالبية الدراسات إلى إن الكائنات البحرية تتحمل نسبة ملوحة تصل الى 50000 ملغ/ليتر والبعض منها تكون قدرته

على تحمل الأملاح أقل لتصل الى 43000 ملغ/ليتر ومثال على ذلك المرجان (Lattemann, et al., 2003) .هنا نستطيع القول أنه إذا زادت نسبة الملوحة عن هذه المستويات فستسبب خطورة كبيرة على هذه الكائنات البحرية. كما يمكن لهذه المياه أن تُعكّر المياه وتؤثر على عملية التركيب الضوئي،فكلما انخفضت أشعة الشمس وزادت نسبة الملوحة أدّى إلى انقراض بعض أنواع العوالق.

2- درجة الحرارة:

تتعلق درجة حرارة المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية (brine water) بنوع التكنولوجيا المستخدمة في التحلية.ففي محطات التحلية التي تستخدم طريقة التناضح العكسي تكون فيها درجة حرارة المحلول الملحي قريبة من درجة الحرارة في محيط المحطة،أما في محطات التحلية التي تستخدم فيها تقنية الوميض متعدد المراحل حيث فتبلغ درجة حرارة المحلول الملحي الناتج أعلى من درجات الجو المحيط ،فمن الممكن أن تبلغ 10-15 درجة فوق درجة حرارة الجو المحيط (Lattemann, et al., 2003). ومن أهم تأثيرات ارتفاع درجة حرارة المياه الناتجة عن محطات التحلية تقليل نسبة الأوكسجين المنحل في المياه مما يؤدي إلى الإضرار بالأنواع البحرية إذا تم تصريف المياه في مياه البحار والمحيطات .ولكن مستوى التأثير يختلف حسب درجة حرارة المنطقة،فيقل التأثير في المناطق الحارة لان التغير في درجات الحرارة يكون أمرا طبيعيا.أما في المناطق المعتدلة التي لا تتعرض لتغيرات في درجات الحرارة فيكون التأاثير أكبر ويمكن ان يؤدي إلى موت الكائنات الحية أو من الممكن الإضرار بها خاصة إذا استمر ارتفاع درجة الحرارة لمدة طويلة (Höpner, et al., 2008).

2- الخواص الكيميائية للمحلول الملحي (Brine water):

يحتوي المحلول الملحي الناتج عن محطات التحلية على مجموعة من المواد الكيميائية الناتجة عن الاضافات التي تتم لمحطات التحلية واهم هذه المواد الكيميائية:

- **المواد المضافة المانعة لنمو المتعضيات Antifouling:**

تُعد مادة الكلور من أكثر المواد استخداما في محطات التحلية وذلك لمنع نمو المتعضيات أو منع الانسداد الذي يحصل في المحطات.ولكن لهذه المادة تأثير سلبي على الكائنات البحرية إذا تم تصريف المياه المالحة الناتجة عن محطات التحلية في البحار والمحيطات، فمن الممكن أيضا أن تحدث هذه المادة تفاعلات كيميائية مما يحدث ضررا بالكائنات الحية .وتُضاف هذه المواد لحماية الأغشية من الانسداد كما في محطات التناضح العكسي.و الكمية المثلى لإضافة هذه المادة هي 2ملغ/ليتر. ومن الجدير بالذكر أن نسبة قليلة من الكلور ممكن أن تضر بالكائنات الحية،حيث إن نسبة 20ملغ/ليتر تسبب أضرارا خاصة بعمليات التركيب الضوئي للعوالق البحرية.وتتراوح

النسب القاتلة والضارة بالكائنات الحية مابين 20 ملغ/ليتر الى عدة مئات في كل ليتر في حين تسبب أضرارا أكبر إذا وصلت نسبة الاملاح الى 50 ملغ /ليتر فمن الممكن أن تؤثر على التنوع الحيوي للعوالق (Höpner, et al.,2008).

- **المواد المضافة لمنع التكلس (Antiscaling):**

من أكثر المواد المضافة لمنع تكوين قشرة هي بولي فوسفات، تضاف هذه المواد الى محطات التحلية لمنع تكوين قشرة وذلك بمعدلات منخفضة بمعدل 2ملغ/ليتر. وتعتمد نسبة هذه المواد على نوعية المياه المحلاة وعلى فترات التحلية .تُعد المواد المضافة لمنع تكوين قشرة مواد غير سامة إلا أنها من الممكن أن تتحول إلى مواد كيميائية أخرى تضر بالبيئة (Lattemann, et al., 2003).

- **المواد المضافة المانعة للرغوة Antifoaming:**

يُعد تاكل المعادن الثقيلة الموجودة في محطات التحلية أمرا خطيرا لكل محطات التحلية ،فإن ارتفاع درجات الحرارة داخل المحطات من أهم أسباب تآكل المعادن الثقيلة.،و تعتمد نسبة التآكل على المعادن والأنابيب المستخدمة في المحطات والتي تعد من أهمها :النحاس والنيكل والحديد والزنك ومعادن أخرى .تُعد الخليطة التي ُتصنع منها الأنابيب والتي تتكون من النحاس والنيكل ضعيفة المقاومة للتآكل، وخاصة في محطات الوميض متعدد المراحل.في محطات التناضح العكسي فإن استخدام المواد المضادة للصدا كالستاليس ستيل ولكن يوجد اثار للمعادن الثقيلة الاخرى الا انها تبقى ضمن الحدود المقبولة .يكون تركيز النحاس في مياه البحر والمحيطات بحدود 0.1 ملغ/ ليتر في حين يكون تركيز النحاس في محطات التحلية التي تستخدم نوعية الوميض متعدد المراحل 15-100 ملغ/ليتر .حيث كلما ارتفعت نسبة النحاس زاد الضرر في البيئة المحيطة لأنها تثبط نمو الأنزيمات وتعطل النمو (Miri, et al., 2005).

- **عملية التنظيف الكيميائي:**

على الرغم من كل الإجراءات الوقائية التي تُستعمل في محطات التحلية لابد من عمليات الغسيل المتكررة لإزالة الرواسب المتبقية.تستخدم المحاليل الحمضية لإزالة أكسدة المعادن والغرويات الغير عضوية،كما تستخدم المحاليل القلوية لازالة الاغشية الحيوية والغرويات العضوية وغير العضوية.تُصرّف هذه المحاليل المنظفة إلى خارج المحطة بدون أية معالجة،فتمتزج هذه المحاليل مع المياه المالحة الناتجة عن المحطة .وإذا ما صُرّفت هذه المحاليل في البحار والمحيطات فإنها تهدد الحياة البحرية ،ويعتمد ذلك على درجة حموضة المحاليل فإنها تهدد الحياة البحرية إذا وصلت درجة الحموضة لها من 2-2.5 .لذلك يوصي الباحثين المتخصصين بصناعة الأغشية بمايلي:

1- استخدام المطهرات مثل الفورمالديهايد.

2- استخدام المنظفات مثل الصوديوم.

تُعد المطهرات والمنظفات المستخدمة في إزالة الرواسب في الأغشية سامة للحياة البحرية ضمن نسب محددة، ففي حالة الفورماليدهايد يجب ألاّ تتجاوز نسبتها عن 0.1ملغ/ليتر.وبالنسبة للمنظفات التي تستخدم لإزالة الغرويات فهي تكون سامة في حدود 1-10ملغ/ليتر للأنواع البحرية كافة (Lattemann et al., 2003) .

الفصل الثامن

النتائج والتوصيات

1-8 نتائج تحليل تكاليف تحلية المتر المكعب الواحد(م^3):

أظهرت نتائج الدراسة النتائج التالية:

1- بلغ متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد (0.21 دينار /م^3) ،وكانت اقل قيمة (0.16 دينار /م^3) ، وكانت اعلى قيمة (0.32 دينار /م^3).

2- وعند تقسيم المحطات الى ثلاثة فئات رئيسية حسب حجم الطاقة الانتاجية للمحطات فكانت النتائج متقاربة حيث بلغ متوسط تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد (0.21 دينار / م^3) في المحطات الصغيرة والكبيرة ، وبلغ (0.20 دينار / م^3) في المحطات المتوسطة الحجم.

3- تم ترتيب متوسطات نسبة مشاركة التكاليف التشغيلية والاستثمارية من تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد كمايلي:

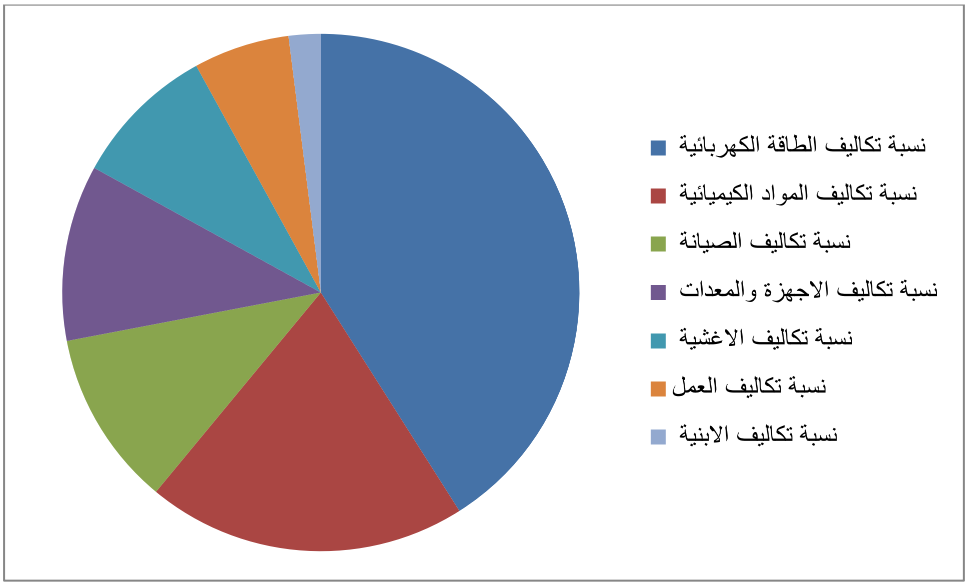
- تمثل تكاليف الطاقة والمتمثلة بتكاليف الطاقة الكهربائية الجزء الاكبر من اجمالي التكاليف حيث بلغ متوسط مساهمة تكاليف الطاقة الكهربائية من اجمالي التكاليف الكلية (41%) .
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف المواد الكيميائية من اجمالي التكاليف الكلية (20%).
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف الصيانة من اجمالي التكاليف الكلية (11%).
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف الاجهزة والمعدات من اجمالي التكاليف الكلية (11%).
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف الاغشية من اجمالي التكاليف الكلية (9%).
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف العمل من اجمالي التكاليف الكلية (6%).
- بلغ متوسط مساهمة تكاليف الابنية من اجمالي التكاليف الكلية (2%).

4- تعتبر تقنية التناضح العكسي هي الطريقة الوحيدة المستخدمة في تحلية المياه الجوفية المسوس ،كما وتعتبر اقل التقنيات تكلفة مقارنة بالتقنيات الاخرى.

5- تقل تكاليف التحلية كلما زادت عدد الساعات المشغلة اي كلما زادت الطاقة الانتاجية السنوية.

6- تم تقريب الارقام للوصول الى ارقام صحيحة .

وفيما يلي شكل توضيحي رقم (3) يبين مساهمة كل نوع من انواع التكاليف من اجمالي التكاليف الثابتة والتشغيلية:



شكل3. نسبة مشاركة كل نوع من انواع التكاليف من اجمالي التكاليف الكلية.

المصدر : تم اعداده من قبل الباحث.

2-8 نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية لمحطات تحلية المياه الجوفية المسوس:

أظهرت نتائج الدراسة النتائج التالية:

- اظهرت النتائج ان القيمة الحاضرة الصافية كانت موجبة في جميع المحطات وبالتالي فتعتبر جميع محطات التحلية مجدية من الناحية المالية.
- نسبة المنافع الى التكاليف كانت اكبر من الواحد الصحيح في جميع المحطات ،بلغت اقل قيمة لها (1.04)،واعلى قيمة لها كانت (3.55) ،وهذا يشير الى ان جميع المحطات كانت مجدية من الناحية المالية.
- اما بالنسبة لمعدل العائد الداخلي فكانت اقل قيمة (9%) ،اما اعلى قيمة له بلغ (257%)، وهذا يشير الى انه في ظل سعر الفائدة السائد في البلد وقيمته (8%) فان الاستثمار في مشاريع تحلية المياه واستخدامها في الزراعة يعتبر افضل من الاستثمار في البنوك.

3-8 نتائج حساب القيمة الاقتصادية للمياه لجميع المحاصيل التي تروى بمياه المحطات:

أظهرت نتائج الدراسة النتائج التالية:

- بالنسبة لمحاصيل الخضار ، بلغ متوسط قيمة المياه المستخدمة في ري الخضار (1.01 دينار /م^3) ، كانت اعلى قيمة اقتصادية للمياه لمحصول الباذنجان حيث بلغت (1.7 دينار /م^3) ،واقل قيمة كانت لمحصول الملوخية حيث بلغت (0.4 دينار /م^3) ،تعتبر محاصيل الخضار متقاربة من حيث استهلاكها لكميات المياه .
- بالنسبة لمحصول الموز بلغ متوسط قيمة المياه المستخدمة في ري الموز (0.5 دينار / م^3) ،كما بلغت اعلى قيمة له (1 دينار /م^3) ، وكانت اقل قيمة له(0.4 دينار /م^3). يعتبر الموز من اكثر المحاصيل استهلاكا للمياه حيث يقدر متوسط كمية المياه المستخدمة في ري الدونم الواحد من الموز (1432 م^3/دونم).
- بالنسبة لمحصول النخيل بلغ متوسط قيمة المياه المستخدمة في ري النخيل (1.4دينار /م^3)،بلغت اعلى قيمة للمياه (1.6 دينار /م^3)، وبلغت اقل قيمة (1.2 دينار /م^3)،يعتبر محصول النخيل من المحاصيل التي تستهلك كميات كبيرة من المياه حيث يقدر متوسط استهلاك الدونم الواحد من المياه (1000 م^3/دونم).

4-8 نتائج التكاليف البيئية لمحطات التحلية:

اظهرت نتائج الدراسة مايلي:

- بلغ متوسط التكاليف البيئية (0.004 دينار / م^3) وهي تكاليف ناتجة عن نقل المحلول الملحي الغير صالح للاستخدام الى مناطق غير صالحة للاستخدام الزراعي.

5-8 التوصيات:

في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها فان الدراسة توصي بمايلي:

1. بما ان تكاليف الطاقة الكهربائية تعتبر من اكثر التكاليف مساهمة في تكاليف التحلية حيث بلغت قيمة متوسط مساهمة تكاليف الطاقة الكهربائية في جميع محطات التحلية من اجمالي تكاليف التحلية 41%، ويمكن ان نقلل من هذه التكاليف وذلك عن طريق استخدام مصادر اخرى للطاقة لذلك توصي الدراسة باعتماد مصادر اخرى للطاقة كالطاقة الشمسية يتم الاستفادة منها في تشغيل المحطات بدلا من استخدام الطاقة الكهربائية حيث سيؤدي استخدام الطاقة البديلة الى تخفيض تكاليف التحلية .
2. تعتبر تكاليف الطاقة البديلة وخاصة الطاقة الشمسية تكاليف مرتفعة جدا في المرة الاولى ولايمكن ان يتحملها المزارع، لذلك تنصح الدراسة بتقديم قروض بشكل عيني يتم من خلالها تحويل محطات التحلية القديمة من محطات تشغل بالطاقة الكهربائية الى محطات تشغل بالطاقة البديلة ومن اهمها الطاقة الشمسية ، بحيث يتم تمويل هذه المشاريع من خلال مؤسسات الاقراض الزراعي مع الاخذ بعين الاعتبار ان تكون الفوائد منخفضة وبفوائد تغطي التكاليف فقط مما سيعود بالمنفعة على كل من المزارع والدولة،وذلك من خلال توفير استخدام الطاقة الكهربائية.
3. تعتبر تكاليف التحلية للمحطات التي تستخدم تقنية التناضح العكسي هي تكاليف منخفضة مقارنة بالتقنيات الاخرى ،لذلك تنصح الدراسة باعتماد تقنية التناضح العكسي في تحلية المياه الجوفية المسوس واعادة استخدامها في الري الزراعي.
4. ان وجود العديد من محطات التحلية التي تستخدم ابار غير مرخصة سوف يؤدي الى استنزاف المياه الجوفية لذلك تنصح الدراسة بعدم السماح للابار العشوائية والغير مرخصة مما سيؤدي الى تقليل استنزاف المياه.
5. من خلال نتائج الدراسة تبين ان غالبية المحطات تقوم بتحلية المياه للاستفادة منها بشكل مزدوج حيث يستخدم جزء منها في ري المحاصيل اما الجزء الاخر فيستخدم للبيع للقطاع الخاص او الحكومي ،ومن خلال نتائج الدراسة تبين ان القيمة الاقتصادية للمياه تكون اعلى عند استخدامها في الزراعة بينما تكون اقل عند استخدامها للبيع لذلك تنصح الدراسة باستخدام المياه المحلاة في عملية الانتاج الزراعي.

6. تنصح الدراسة بتخفيض المساحات المزروعة بالموز لان الموز يعتبر من اكثر المحاصيل استهلاكا للمياه ومن اقل المحاصيل قيمة للمياه على الرغم من الارباح العالية التي يجنيها المزارعون الا انه تخفيض المساحات المزروعة بالموز سوف يقود الى تقليل الهدر بالمياه من ناحية ومن ناحية اخرى توجيه استخدام المياه في زراعة المحاصيل الاقل استهلاكا للمياه والاكثر عائدا .
7. تنصح الدراسة بالتوجه الى زراعة النخيل على اعتبار ان النخيل يستهلك كميات اقل من المياه مقارنة بالموز وتكون القيمة الاقتصادية للمياه مرتفعة اضافة الى ان النخيل يتحمل مستويات عالية من الملوحة.
8. تنصح الدراسة بضرورة نقل المحلول الملحي الغير صالح للاستخدام الى البحر الميت عن طريق حفر اقنية تقوم بنقل المحلول الملحي الى البحر الميت بحيث لايسبب هذا المحلول الملحي اي اضرار على التربة او المحاصيل المزروعة ،ومما سيؤدي ذلك الى تقليل الاثار البيئية السلبية حيث لاتتجاوز نسبة الاملاح في المحلول الملحي نسبة الملوحة في البحر الميت .
9. تنصح الدراسة بضرورة معرفة نسبة الاملاح المسموح فيها عند ري المحاصيل لان زيادة نسبة الملوحة عن الحدود المسموح فيها سيكون لها تاثيرات سلبية على غلة المحاصيل وملوحة التربة.

المراجع

المراجع العربية:

القران الكريم ،**(30: الانبياء)**.

بني هاني ، محمد (1995)،حلول مقترحة لمشكلات المياه في الاردن،**الاسبوع العلمي الاردني الثالث (الاوراق العلمية (المياه))**،المجلد الثالث،المركز الثقافي الملكي ،عمان.

دائرة الاحصاءات العامة من عام (1994-2013)، **احصاءات الانتاج النباتي** ، عمان، الاردن.

دائرة الاحصاءات العامة (2008)، **التعداد الزراعي 2007**،عمان،الأردن.

دائرة الاحصاءات العامة (2009) ، **احصاءات اقتصادية**،عمان،الأردن.

دائرة الاحصاءات العامة (2013)،**التعداد السكاني 2013**،عمان،الأردن.

دائرة الاحصاءات العامة (2013) ، **احصاءات الانتاج النباتي** ، عمان ، الاردن.

عبد الجبار،سمير (2006)،**دليل استخدام المياه المستصلحة للري في وادي الاردن**.

وزارة الزراعة (2012)،**تقرير الاحصاءات الزراعية السنوي لعام 2012**، عمان، الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2003-2012)،**استهلاك القطاع الزراعي من المياه السطحية والجوفية مقارنة بباقي القطاعات** ،بيانات غير منشورة،عمان،الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2003-2012) ، **استخدامات المياه الجوفية في كافة الاستخدامات** ،بيانات غير منشورة،عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2003-2012)، **استخدامات المياه الجوفية في الاردن**،بيانات غير منشورة، عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2003-2012) ،**استخدام القطاع الزراعي من جميع المصادر المائية** ،بيانات غير منشورة، عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2008-2012) ، **استهلاك القطاع الزراعي من المياه في الاردن** ،بيانات غير منشورة، عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري من عام (2009-2012) ، **استنزاف المياه الجوفية في الاردن** ،بيانات غير منشورة،عمان، الاردن.

وزراة المياه والري (2012)، **التقرير السنوي**، عمان ، الاردن

وزراة المياه والري (2013)، **التقرير السنوي**، عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري(2012)، **الطلب على المياه الزراعية**، بيانات غير منشورة ، عمان ، الاردن.

وزارة المياه والري (2012)، **الموازنة المائية** ،بيانات غير منشورة، عمان ، الاردن.

سلطة وادي الاردن (1990-2008) ،**الخواص الكيميائية لمياه الري في وادي الاردن**،عمان ، الاردن.

المراجع الاجنبية:

Abazza,Hussein (2012),**Economic considerations for supplying water through desalination in south mediterranean countries.**Sustainable Water Integrated Management - Support Mechanism (SWIM- SM**).**

Abu-Zeid, Khaled (1998),Recent trends and developments: reuse of wastewater in agriculture. **Environmental Management and Health.** 9(2):78-89.

Al-Karablieh, E.K. Salman, A.Z. Al-Omari, A.S. Wolf, H.P. Al-Assad,T.A, Hnaiti, D.A. and Subah, A.M. (2012). Estimation of the Economic Value of Irrigation Water in Jordan. **Journal of Agricultural Science and Technology** , B 2 (2012) 487-497.

Al-Sahili, M . and Ettouney, H. (2007)**,** Developments in thermal desalination processes: Design, energy, and costiaspects. ***Disalination,*** *214.* 2007.

Al-Halasah, Nizar (2003) ,Water development and planning in Jordan. In: Proceeding of a Conference on Integrated Water Management Policy Aspects, Cyprus .

AL-Harrak,N.F. Elazhar,A.A. Zdeg,N.Zouhri,M. Elazhar,A.Elmidaoui . (2013) . performances analysis of the reverse osmosis desalination plant of brackish water used for irrigation. **American Journal of Applied Chemistry,** 1(3): 43-48.

Becker, Nir (2002), "The Effect and Reform of Water Pricing: The Israeli Experience**."** **International Journal of Water Resources Development** 18 (2): 353–66.

Buros, O.K. (2000), The ABCs of desalting. s.l. **: International Desalination Association, 2000.**

Hamping,Ashley (2011),economic analysis of reverse osmosis desalination of water for agriculture irrigation applications. **BioResource and Agricultural Engineering Undergrad, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.**

Gleick, Peter (2000), **The World's Water 2000– 2001**, The Biennial Report on Freshwater Resources, Island, Washington, D. C.

Heather, C. Gleick, P. H. and Wolff, G(2006)**,** *Desalination, with a grain of salt.* Oakland, California: **Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security.**

Höpner, Thomas (1999). A procedure for environmental impact assessment (EIA) for seawater desalination plants. **Desalination 124. 1999. —. 2008. Seawater desalination & the marine environment**. Aquila, Italy: European Desalination Society intensive course, 2008.

Jaber, J.O. Mohsen, M.S (2001) Evaluation of non-conventional water resources supply in Jordan. **Desalination,** 136:83–92 **.**

International Renewable Energy Agency and Energy Technology Systems Analysis Programme (2012), **Technology Brief I12**,European union.

Jurado,M.Piston,M.A.Giannoccaro,J.M.Berbel,G.Y (2008) **. irrigatio water value Scenarios for 2015:Application to Guadalquivir River** . University of Cordoba, Department of Agricultural Economics.

Lattemann, Sabine and Höpner, Thomas(2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. **Desalination 220. 2008 —. 2003.** Seawater Desalination: Impacts of brine and chemical discharge on the marine environment.

Martinez,D.Z.Garica,C.G and Candel,R.B.(2009). experiences on desalination of different brackish water. **Technical and R&D Director – Valoriza Agua – Spain.**

Mohsen,M.S and Al-Jayyousi.O.R.(1999) .Brackish water desalination :an alternative for water supply enhancement in Jordan.**Desalination ,**124 (1999) 163-174.

Margane, A. Borgstedt, A. Subah, A. Hahali, Z. and Almomani, T (2006) Delineation of groundwater protection zones for the rahoub spring. Technical Cooperation Project 'Groundwater Resources Management', **Technical Report No. 7, prepared by BGR & MWI,BGR archive no.** 0126944, Amman, 97.

Miller, Darryl (2003)**,** Bridging the gap: Desalination of recycled, brackish and ocean water. **Southwest Hydrology, Vol. 2, N° 3**.

Miri, R and Chouikhi, A. (2005)**,** Ecotoxicological marine impacts from seawater desalination plants. **Desalination 182.** 2005.

National Research Council(2008) ,**Desalination: A National Perspective.** Washington, D.C.: National Academy Press. Available.

UN ESCWA(2001)**, Water Desalination Technologies in the ESCWA member countries.** s.l. : UN Economic and Social Comission for Western Asia.

Voutchkov, Nikolay (2007), Budgeting and Implementation of Desalination Projects. **In The Guidebook to Membrane Desalination Technology.** Edited by Wilf, M. L'Aquila, Italy: Balaban Desalination Publications.

National water commission (2011), **Brackish groundwater: a viable community water supply option?**, Waterlines Report Series No 66 ,Australia.

Wittholz,M.K. O'Neill*,B.K. Colby,C.B and Lewis,D (2007), Estimating the cost of desalination plants using a cost database **. Desalination**, 229 (2008) 10–20.

Zhou, Yaun(2005),Evaluation the cost of desalination and water transport . **Water resources search, VOL. 41, W03003,** doi:10.1029/2004WR003749 **.**

الملاحق

الملحق 1. مزايا وعيوب التقنيات المستخدمة في تحلية المياه:

مزايا طريقة الوميض المتعدد المراحل:

1- إنتاج مياه عالية النقاوة حيث تقل الملوحة عن 30 ملغ في كل ليتر.
2- مناسبة لإنتاج كميات كبيرة من المياه.
3- تتطلب مهارات متدنية.
4- يمكن أن تنتج المياه والكهرباء معا.
5- تستلزم كميات قليلة من الطاقة.

عيوب طريقة الوميض المتعدد المراحل(MSF):

1- تتطلب كثافة في العمل.
2- نسبة التحويل منخفضة 30-40%.
3- تتطلب معالجة المياه المغذية.
4- تكاليف تشغيلية مرتفعة.
5- تتطلب تكاليف عالية للبناء والتشغيل.
6- إمكانية تحسنها محدودة.

(Mohsen and Al-jayyosi, 1999).

مزايا طريقة التأاثير المتعدد:

1- طاقة إنتاجية كبيرة.
2- مياه عالية النقاوة.
3- تكاليف رأسمالية منخفضة.
4- تتطلب مهارات متدنية عند التشغيل.
5- مدخلات الطاقة مستقلة عن الضغط.

عيوب طريقة التاثير المتعدد:

1- تحتاج لفترة طويلة لعملية التشييد والبناء.
2- صعوبة التحكم بجودة المياه.
3- تعتمد مخرجات المياه على توفر الطاقة المحلية.
4- نسبة التحويل من المياه منخفضة إذ تتراوح بين 30-40%.
5- تحتاج الى كثافة عمل .
6- تتطلب مساحات وأموال كبيرة.

(Mohsen and Al-jayyosi, 1999)

مزايا طريقة الضغط المتبخر(VC):

1- جودة المياه مرتفعة.
2- فترة البناء قصيرة.
3- تتطلب مساحات قليلة للبناء.
4- مرونة في الإنتاج والتشغيل.
5- تتحمل فترات تشغيل عالية.

عيوب طريقة الضغط المتبخر(VC):

1- تكاليف تشغيلية عالية.
2- استهلاك كميات كبيرة من الطاقة.
3- عدم القدرة على التحكم بجودة المياه.

(Mohsen and Al-jayyosi, 1999).

مزايا طريقة الديلزة الكهربائية(ED):

1- تكاليف رأسمالية وتشغيلية منخفضة.
2- نسبة التحويل عالية حوالي80%.
3- تستهلك كميات منخفضة من الطاقة.
4- تحتاج كميات قليلة من الأموال ومساحات قليلة للبناء.

عيوب طريقة الديلزة الكهربائية(ED):

1- تكون المياه منخفضة الى متوسطة الملوحة حوالي 3000 ملغ في كل ليتر.
2- تتطلب معالجة دقيقة لتغذية المياه.
3- الطاقة الإنتاجية لها منخفضة.
4- نقاوة المياه الناتجة تتأثر بجودة المياه المغذية.

(Mohsen and Al-jayyosi, 1999).

مزايا طريقة التناضح العكسي(RO):

1- تُعدُّ طريقة ملائمة ومناسبة لتحلية مياه البحر والمياه الجوفية المسوس.
2- تتميز بمرونة في كمية ونوعية المياه.
3- تحتاج كميات منخفضة من الطاقة مقارنة بباقي الطرق الأُخرى.
4- تتميز بالمرونة في اختيار الموقع.

5- سهولة بدء وإيقاف التشغيل فيها.

6- سهولة تشغيلها.

عيوب طريقة التناضح العكسي (RO):

1- جودة المياه منخفضة حيث تتروواح نسبة الأملاح 250-500 ملغ في كل ليتر.

2- تتطلب تغذية من مياه عالية الجودة.

3- تتطلب تكاليف رأسمالية وتشغيلية عالية نسبيا.

4- تتطلب ضغط عالي .

5- تتطلب وقتا طويلا للبناء بالنسبة مقارنة لمحطات التحلية الكبيرة.

ملحق 2. استبيان تقدير تكاليف تحلية المياه في محطات المياه الجوفية المسوس.

<table dir="rtl">
<tr><th>البنود الخاصة بالمحطة</th><th></th></tr>
<tr><td>اسم مالك الوحدة</td><td></td></tr>
<tr><td>الحوض</td><td></td></tr>
<tr><td>الوحدة</td><td></td></tr>
<tr><td>تاريخ تركيب المحطة</td><td></td></tr>
<tr><td>عمر المحطة</td><td></td></tr>
<tr><td>الطاقة الانتاجية في الساعة (م^3/ساعة)</td><td></td></tr>
<tr><td>عدد الساعات المشغلة في اليوم</td><td></td></tr>
<tr><td>عدد الايام المشغلة في السنة</td><td></td></tr>
<tr><td>الطاقة الانتاجية السنوية</td><td></td></tr>
<tr><td>التكنولوجيا المستخدمة في المحطة</td><td></td></tr>
<tr><td>نسبة ملوحة المياه قبل التحلية</td><td></td></tr>
<tr><td>نسبة ملوحة المياه بعد التحلية</td><td></td></tr>
<tr><td>التكاليف الراسمالية(دينار/ م^3)</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف الارض</td><td></td></tr>
<tr><td>اهتلاك الابنية
<table><tr><th>التكلفة</th><th>العمر الانتاجي</th><th>قيمة الاهتلاك</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>اهتلاك الاجهزة والمعدات
<table><tr><th>التكلفة</th><th>العمر الانتاجي</th><th>قيمة الاهتلاك</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف اخرى غير مذكورة</td><td></td></tr>
<tr><td>مجموع التكاليف الراسمالية</td><td></td></tr>
<tr><td>التكاليف التشغيلية السنوية</td><td></td></tr>
</table>

تكاليف المواد الكيميائية	
كمية مانع التكلس في اليوم	
سعر الليتر	
كمية مانع التكلس المستخدمة في السنة	
تكاليف المواد الكيميائية في السنة	
تكاليف الكهرباء	
كمية الكهرباء المستهلكة في الساعة	
سعر الكيلو الواط الساعي	
كمية الكهرباء المستهلكة /سنة	
تكاليف الكهرباء في السنة	
تكاليف العمل	
عدد العمال	
تكلفة العامل في الشهر	
تكلفة العمال في السنة	
تكاليف الصيانة	
جلد	
لبادات	
شمعات	
غسيل كيماوي	
تكاليف الصيانة في السنة	
تكاليف اخرى غير مذكورة	
مجموع التكاليف التشغيلية السنوية	
مجموع التكاليف الراسمالية والتشغيلية	

ملحق3. استبيان الميزانية المحصولية لمحصول الموز.

استمارة الميزانية المحصولية لمحصول (الموز) في منطقة وادي الاردن.

معلومات عن المزارع	
الاسم	
الجنس	
درجة التحصيل العلمي	
الصفة التشغيلية للقائم باعمال المزرعة	
معلومات عن نظام الزراعة	
المساحة الكلية المزروعة	
المحاصيل الزراعية (محاصيل بينية،محاصيل موسمية،اشجار مثمرة)	
هل توجد ثروة حيوانية لاغراض تجارية	
استخدام المياه وكفاءتها	
نوع التقنيات المستخدمة في توفير المياه	
ملوحة المياه	
كم سعر المتر المكعب ؟	
التكلفة والعائد	
تكاليف الانتاج المتغيرة	
تحضير الارض والحراثة	
التعقيم الشمسي	
السماد الطبيعي	
المياه	
الانسجة	
الاسلاك	
المبيدات	
الاسمدة الكيميائية	

<table>
<tr><td>العمل</td><td></td></tr>
<tr><td>الفائدة على راس المال</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف اخرى غير مذكورة</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي التكاليف المتغيرة</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف الانتاج الثابتة</td><td></td></tr>
<tr><td>ايجار الارض</td><td></td></tr>
<tr><td>اهتلاك شبكات الري<table><tr><td>التكلفة</td><td>العمر الانتاجي</td><td>قيمة الاهتلاك</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>الفائدة على راس المال الثابت</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف اخرى غير مذكورة</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي التكاليف الثابتة</td><td></td></tr>
<tr><td>مجموع التكاليف الثابتة والمتغيرة</td><td></td></tr>
<tr><td>العائد والمبيعات</td><td></td></tr>
<tr><td>الانتاج الكلي</td><td></td></tr>
<tr><td>متوسط سعر البيع</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي عائدات البيع</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف التسويق</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف الصناديق الفارغة</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف النقل</td><td></td></tr>
<tr><td>عمولة الوسطاء</td><td></td></tr>
<tr><td>عمولة الامانة</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي تكاليف التسويق</td><td></td></tr>
<tr><td>صافي المبيعات(المبيعات الكلية – تكاليف التسويق)</td><td></td></tr>
<tr><td>صافي الربح (صافي المبيعات – التكاليف الكلية)</td><td></td></tr>
</table>

الهامش الاجمالي(المبيعات الكلية – التكاليف المتغيرة)	

ملحق4. استبيان الميزانية المحصولية لمحصول النخيل.

استمارة الميزانية المحصولية لمحصول (النخيل) في منطقة وادي الاردن.

معلومات عن المزارع	
الاسم	
الجنس	
درجة التحصيل العلمي	
الصفة التشغيلية للقائم باعمال المزرعة	
معلومات عن نظام الزراعة	
المساحة الكلية المزروعة	
المحاصيل الزراعية (محاصيل بينية،محاصيل موسمية،اشجار مثمرة)	
هل توجد ثروة حيوانية لاغراض تجارية	
استخدام المياه وكفاءتها	
نوع التقنيات المستخدمة في توفير المياه	
ملوحة المياه	
كم سعر المتر المكعب ؟	
التكلفة والعائد	
تكاليف الانتاج المتغيرة	
تحضير الارض والحراثة	
التعقيم الشمسي	
السماد الطبيعي	

<table>
<tr><td>المياه</td><td></td></tr>
<tr><td>الشتول</td><td></td></tr>
<tr><td>المبيدات</td><td></td></tr>
<tr><td>الاسمدة الكيميائية</td><td></td></tr>
<tr><td>التفريد والتلقيح</td><td></td></tr>
<tr><td>العمل</td><td></td></tr>
<tr><td>الفائدة على راس المال</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف اخرى غير مذكورة</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي التكاليف المتغيرة</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف الانتاج الثابتة</td><td></td></tr>
<tr><td>ايجار الارض</td><td></td></tr>
<tr><td>اهتلاك شبكات الري
<table><tr><td>التكلفة</td><td>العمر الانتاجي</td><td>قيمة الاهتلاك</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>الفائدة على راس المال الثابت</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف اخرى غير مذكورة</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي التكاليف الثابتة</td><td></td></tr>
<tr><td>مجموع التكاليف الثابتة والمتغيرة</td><td></td></tr>
<tr><td>العائد والمبيعات</td><td></td></tr>
<tr><td>الانتاج الكلي</td><td></td></tr>
<tr><td>متوسط سعر البيع</td><td></td></tr>
<tr><td>اجمالي عائدات البيع</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف التسويق</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف الصناديق الفارغة</td><td></td></tr>
<tr><td>تكاليف النقل</td><td></td></tr>
</table>

عمولة الوسطاء	
عمولة الامانة	
اجمالي تكاليف التسويق	
صافي المبيعات(المبيعات الكلية – تكاليف التسويق)	
صافي الربح (صافي المبيعات – التكاليف الكلية)	
الهامش الاجمالي(المبيعات الكلية – التكاليف المتغيرة)	

ملحق5. استبيان الميزانية المحصولية لمحاصيل الخضار(البندورة،الخيار،الفلفل الحار،الفلفل الحلو،الباذنجان المكشوف،الملوخية).

استمارة الميزانية المحصولية لمحاصيل (الخضار) في منطقة وادي الاردن.

معلومات عن المزارع	
الاسم	
الجنس	
درجة التحصيل العلمي	
الصفة التشغيلية للقائم باعمال المزرعة	
معلومات عن نظام الزراعة	
المساحة الكلية المزروعة	
المحاصيل الزراعية (محاصيل بينية،محاصيل موسمية،اشجار مثمرة)	
هل توجد ثروة حيوانية لاغراض تجارية	
استخدام المياه وكفاءتها	
نوع التقنيات المستخدمة في توفير المياه	
ملوحة المياه	
كم سعر المتر المكعب ؟	

التكلفة والعائد	
تكاليف الانتاج المتغيرة	
تحضير الارض والحراثة	
التعقيم الشمسي	
السماد الطبيعي	
المياه	
البذور والشتول	
الخيوط	
الملش	
الشاش	
المبيدات	
الاسمدة الكيميائية	
العمل	
الصيانة	
الفائدة على راس المال	
تكاليف اخرى غير مذكورة	
اجمالي التكاليف المتغيرة	
تكاليف الانتاج الثابتة	
ايجار الارض	
اهتلاك الاغطية البلاستيكية	
اهتلاك البيوت البلاستيكية	

اهتلاك الاغطية البلاستيكية:

التكلفة	العمر الانتاجي	قيمة الاهتلاك

اهتلاك البيوت البلاستيكية:

التكلفة	العمر الانتاجي	قيمة الاهتلاك

اهتلاك شبكات الري <table><tr><td>التكلفة</td><td>العمر الانتاجي</td><td>قيمة الاهتلاك</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	
الفائدة على راس المال الثابت	
تكاليف اخرى غير مذكورة	
اجمالي التكاليف الثابتة	
مجموع التكاليف الثابتة والمتغيرة	
العائد والمبيعات	
الانتاج الكلي	
متوسط سعر البيع	
اجمالي عائدات البيع	
تكاليف التسويق	
تكاليف الصناديق الفارغة	
تكاليف النقل	
عمولة الوسطاء	
عمولة الامانة	
اجمالي تكاليف التسويق	
صافي المبيعات(المبيعات الكلية – تكاليف التسويق)	
صافي الربح (صافي المبيعات – التكاليف الكلية)	
الهامش الاجمالي (المبيعات الكلية – التكاليف المتغيرة)	

ملحق6.نتائج التكاليف التشغيلية والاستثمارية في جميع محطات التحلية.

جدول 1.نتائج تكاليف الطاقة الكهربائية المستخدمة في تشغيل المحطات.

رقم المحطة	التكاليف الشهرية (دينار/شهر)	عدد الشهور (شهر/سنة)	التكاليف السنوية (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	800	12	9600
محطة رقم (2)	1250	12	15000
محطة رقم (3)	700	12	8400
محطة رقم (4)	450	12	5400
محطة رقم (5)	1100	12	13200
محطة رقم (6)	3500	12	42000
محطة رقم (7)	900	12	10800
محطة رقم (8)	1485	12	17820
محطة رقم (9)	850	12	10200
محطة رقم (10)	3000	12	36000
محطة رقم (11)	5000	12	60000
محطة رقم (12)	1500	12	18000
محطة رقم (13)	1000	12	12000
محطة رقم (14)	500	12	6000
محطة رقم (15)	1700	12	20400
محطة رقم (16)	700	12	8400
محطة رقم (17)	2500	12	30000
محطة رقم (18)	1100	12	13200
محطة رقم (19)	19800	12	237600
محطة رقم (20)	4000	12	48000
محطة رقم (21)	1500	12	18000
محطة رقم (22)	1500	12	18000
محطة رقم (23)	2000	12	24000
محطة رقم (24)	900	12	10800
محطة رقم (25)	5000	12	60000

جدول2.تكاليف المواد الكيميائية المضافة الى محطات التحلية.

رقم المحطة	كمية المواد الكيميائية في اليوم(ليتر/يوم)	سعر الليتر (دينار/ليتر)	التكاليف السنوية (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	3	4	3960
محطة رقم (2)	4	3	3960
محطة رقم (3)	5	4.5	7425
محطة رقم (4)	*	*	3600
محطة رقم (5)	5	3.75	6188
محطة رقم (6)	12	3.75	14850
محطة رقم (7)	5	4	6600
محطة رقم (8)	5	4	6600
محطة رقم (9)	14	4	18480
محطة رقم (10)	*	*	14400
محطة رقم (11)	*	*	12000
محطة رقم (12)	*	*	1680
محطة رقم (13)	20	4	26400
محطة رقم (14)	5	4	6600
محطة رقم (15)	5	4	6600
محطة رقم (16)	*	*	5400
محطة رقم (17)	*	*	9000
محطة رقم (18)	4	4	5280
محطة رقم (19)	70	3	75600
محطة رقم (20)	*	*	36000
محطة رقم (21)	*	*	26400
محطة رقم (22)	15	3.75	18563
محطة رقم (23)	*	*	8040
محطة رقم (24)	3	3.75	3375
محطة رقم (25)	4	3.75	5400

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

جدول 3. تكاليف عمليات الصيانة لجميع محطات التحلية.

رقم المحطة	التكاليف الشهرية (دينار/شهر)	عدد الشهور (شهر/سنة)	التكاليف السنوية (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	*	12	1000
محطة رقم (2)	*	12	500
محطة رقم (3)	250	12	3000
محطة رقم (4)	*	12	5000
محطة رقم (5)	700	12	8400
محطة رقم (6)	*	12	2000
محطة رقم (7)	250	12	3000
محطة رقم (8)	*	12	1290
محطة رقم (9)	100	12	1200
محطة رقم (10)	450	12	5400
محطة رقم (11)	700	12	8400
محطة رقم (12)	150	12	1800
محطة رقم (13)	2000	12	24000
محطة رقم (14)	700	12	8400
محطة رقم (15)	200	12	2400
محطة رقم (16)	150	12	1800
محطة رقم (17)	600	12	7200
محطة رقم (18)	500	12	6000
محطة رقم (19)	2300	12	27600
محطة رقم (20)	800	12	9600
محطة رقم (21)	2500	12	30000
محطة رقم (22)	400	12	4800
محطة رقم (23)	*	12	1300
محطة رقم (24)	*	12	1000
محطة رقم (25)	500	12	6000

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

جدول4.تكاليف العمل السنوية لجميع محطات التحلية.

رقم المحطة	عدد العمال في الشهر(عامل/شهر)	اجرة العامل في الشهر(دينار/شهر)	تكلفة العامل في الشهر(دينار/شهر)	عدد الشهور (شهر/سنة)	تكلفة العمالة في السنة(دينار/سنة)
محطة رقم (1)	20%	350	70	12	840
محطة رقم (2)	20%	350	70	12	840
محطة رقم (3)	20%	300	60	12	720
محطة رقم (4)	20%	350	70	12	840
محطة رقم (5)	1	350	350	12	4200
محطة رقم (6)	50%	350	175	12	2100
محطة رقم (7)	20%	350	70	12	840
محطة رقم (8)	20%	350	70	12	840
محطة رقم (9)	1	350	350	12	4200
محطة رقم (10)	50%	350	175	12	2100
محطة رقم(11)	1	350	350	12	4200
محطة رقم(12)	20%	300	60	12	720
محطة رقم(13)	50%	350	175	12	2100
محطة رقم(14)	20%	350	70	12	840
محطة رقم(15)	20%	300	60	12	720
محطة رقم(16)	20%	350	70	12	840
محطة رقم(17)	50%	350	175	12	2100
محطة رقم(18)	50%	350	175	12	2100
محطة رقم (19)	4	300	1200	12	14400
محطة رقم(20)	10	300	3000	12	36000
محطة رقم (21)	2	300	600	12	7200
محطة رقم(22)	1	350	350	12	4200
محطة رقم(23)	1	300	300	12	3600
محطة رقم(24)	1	300	300	12	3600
محطة رقم (25)	3	300	900	12	10800

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

جدول5. تكاليف الابنية في جميع محطات التحلية.

رقم المحطة	التكلفة الكلية للابنية (دينار)	عمر الابنية (سنة)	معامل الاطفاء	تكلفة الابنية السنوية المطفأة
محطة رقم (1)	3000	20	0.10185	306
محطة رقم (2)	2000	20	0.10185	204
محطة رقم (3)	17000	25	0.09368	1593
محطة رقم (4)	2000	15	0.11683	234
محطة رقم (5)	8000	20	0.10185	815
محطة رقم (6)	2000	20	0.10185	204
محطة رقم (7)	3000	20	0.10185	306
محطة رقم (8)	2500	15	0.11683	292
محطة رقم (9)	5000	20	0.10185	509
محطة رقم (10)	5000	20	0.10185	509
محطة رقم (11)	5000	20	0.10185	509
محطة رقم (12)	2500	20	0.10185	255
محطة رقم (13)	12000	20	0.10185	1222
محطة رقم (14)	2000	20	0.10185	204
محطة رقم (15)	2000	20	0.10185	204
محطة رقم (16)	3000	20	0.10185	306
محطة رقم (17)	3000	20	0.10185	306
محطة رقم (18)	4000	20	0.10185	407
محطة رقم (19)	30000	25	0.09368	2810
محطة رقم (20)	20000	20	0.10185	2037
محطة رقم (21)	5000	20	0.10185	509
محطة رقم (22)	5000	20	0.10185	509
محطة رقم (23)	8000	20	0.10185	815
محطة رقم (24)	3000	20	0.10185	306
محطة رقم (25)	10000	20	0.10185	1019

جدول 6. تكاليف الاجهزة والمعدات لجميع محطات التحلية.

رقم المحطة	التكاليف الكلية (دينار)	عمر الاجهزة (سنة)	معامل الاطفاء	التكاليف السنوية (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	24800	20	0.10185	2526
محطة رقم (2)	30125	20	0.10185	3068
محطة رقم (3)	17250	25	0.09368	1616
محطة رقم (4)	35125	15	0.11683	4104
محطة رقم (5)	65575	20	0.10185	6679
محطة رقم (6)	51625	20	0.10185	5258
محطة رقم (7)	13100	20	0.10185	1334
محطة رقم (8)	42250	15	0.11683	4936
محطة رقم (9)	16800	20	0.10185	1711
محطة رقم (10)	39800	20	0.10185	4054
محطة رقم (11)	52500	20	0.10185	5347
محطة رقم (12)	24800	20	0.10185	2526
محطة رقم (13)	50450	20	0.10185	5138
محطة رقم (14)	12800	20	0.10185	1304
محطة رقم (15)	25125	20	0.10185	2559
محطة رقم (16)	19375	20	0.10185	1973
محطة رقم (17)	36625	20	0.10185	3730
محطة رقم (18)	29800	20	0.10185	3035
محطة رقم (19)	2000000	25	0.09368	187358
محطة رقم (20)	120000	20	0.10185	12222
محطة رقم (21)	50000	20	0.10185	5093
محطة رقم (22)	43750	20	0.10185	4456
محطة رقم (23)	30150	20	0.10185	3071
محطة رقم (24)	16350	20	0.10185	1665
محطة رقم (25)	96900	20	0.10185	9869

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة

جدول7.تكاليف الاغشية المستخدمة في جميع محطات التحلية.

رقم المحطة	تكاليف الاغشية (دينار)	عمر الاغشية (سنة)	معامل الاطفاء	التكاليف السنوية المطفاة (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	10200	4	0.30192	3080
محطة رقم (2)	14875	6	0.21632	3218
محطة رقم (3)	12750	6	0.21632	2758
محطة رقم (4)	21250	3	0.38803	8246
محطة رقم (5)	34425	10	0.14903	5130
محطة رقم (6)	23375	3	0.38803	9070
محطة رقم (7)	11900	4	0.30192	3593
محطة رقم (8)	12750	10	0.14903	1900
محطة رقم (9)	10200	4	0.30192	3080
محطة رقم (10)	10200	5	0.25046	2555
محطة رقم (11)	42500	3	0.38803	16491
محطة رقم (12)	10200	4	0.30192	3080
محطة رقم (13)	19550	5	0.25046	4896
محطة رقم (14)	10200	6	0.21632	2206
محطة رقم (15)	14875	4	0.30192	4491
محطة رقم (16)	10625	3	0.38803	4123
محطة رقم (17)	23375	5	0.25046	5854
محطة رقم (18)	10200	4	0.30192	3080
محطة رقم (19)	1000000	10	0.14903	149029
محطة رقم (20)	60000	5	0.25046	15027
محطة رقم (21)	30000	5	0.25046	7514
محطة رقم (22)	21250	5	0.25046	5322
محطة رقم (23)	17850	10	0.14903	2660
محطة رقم (24)	7650	4	0.30192	2310
محطة رقم (25)	73100	15	0.11683	8540

*يبلغ عدد محطات التحلية (25) محطة.

جدول 8. مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية لجميع محطات التحلية.

رقم المحطة	التكاليف الاستثمارية السنوية المطفاة (دينار/سنة)	التكاليف التشغيلية السنوية (دينار/سنة)	مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية (دينار/سنة)
محطة رقم (1)	5911	15400	21311
محطة رقم (2)	6490	20300	26790
محطة رقم (3)	5967	19545	25512
محطة رقم (4)	12583	14840	27423
محطة رقم (5)	12624	31988	44612
محطة رقم (6)	14532	60950	75482
محطة رقم (7)	5233	21240	26473
محطة رقم (8)	7128	26550	33678
محطة رقم (9)	5300	34080	39380
محطة رقم (10)	7118	57900	65018
محطة رقم (11)	22348	84600	106948
محطة رقم (12)	5860	22200	28060
محطة رقم (13)	11257	64500	75757
محطة رقم (14)	3714	21840	25554
محطة رقم (15)	7254	30120	37374
محطة رقم (16)	6402	16440	22842
محطة رقم (17)	9890	48300	58190
محطة رقم (18)	6522	26580	33102
محطة رقم (19)	339197	355200	694397
محطة رقم (20)	29287	129600	158887
محطة رقم (21)	13116	81600	94716
محطة رقم (22)	10287	45563	55850
محطة رقم (23)	6546	36940	43486
محطة رقم (24)	4281	18775	23056
محطة رقم (25)	19428	82200	101628

عدد المحطات (25) محطة .

جدول 9. كمية المياه المحلاة سنويا من جميع محطات التحلية (المنافع).

رقم المحطة	الطاقة الانتاجية في الساعة(م^3)	عدد الساعات المشغلة في اليوم	عدد الايام المشغلة في السنة	الطاقة الانتاجية السنوية(م^3/سنة)
محطة رقم (1)	24	15	330	118800
محطة رقم (2)	35	12	330	138600
محطة رقم (3)	30	8	330	79200
محطة رقم (4)	50	10	330	165000
محطة رقم (5)	27	16	330	142560
محطة رقم (6)	55	14	330	254100
محطة رقم (7)	28	12	330	110880
محطة رقم (8)	30	*	330	181800
محطة رقم (9)	24	20	330	158400
محطة رقم (10)	65	*	330	301600
محطة رقم (11)	100	*	330	672000
محطة رقم (12)	35	15	330	173250
محطة رقم (13)	46	*	330	239200
محطة رقم (14)	18	24	330	142560
محطة رقم (15)	35	*	330	182000
محطة رقم (16)	25	16	330	132000
محطة رقم (17)	50	12	330	198000
محطة رقم (18)	36	*	330	177840
محطة رقم (19)	350	24	360	3024000
محطة رقم (20)	100	24	360	864000
محطة رقم (21)	70	24	360	604800
محطة رقم (22)	50	15	330	247500
محطة رقم (23)	42	18	360	272160
محطة رقم (24)	18	24	300	129600
محطة رقم (25)	86	20	360	619200

عدد المحطات (25) محطة.

جدول 10.يبين تكلفة تحلية المتر المكعب الواحد في جميع محطات التحلية.

رقم المحطة	مجموع التكلفة الاقتصادية السنوية(دينار/سنة)	قيمة المنافع السنوية ($م^3$/محطة)	تكلفة الوحدة الواحدة (دينار/$م^3$)
محطة رقم (1)	21311	118800	0.18
محطة رقم (2)	26790	138600	0.19
محطة رقم (3)	25512	79200	0.32
محطة رقم (4)	27423	165000	0.17
محطة رقم (5)	44612	142560	0.31
محطة رقم (6)	75482	254100	0.30
محطة رقم (7)	26473	110880	0.24
محطة رقم (8)	33678	181800	0.19
محطة رقم (9)	39380	158400	0.25
محطة رقم (10)	65018	301600	0.22
محطة رقم (11)	106948	672000	0.16
محطة رقم (12)	28060	173250	0.16
محطة رقم (13)	75757	239200	0.32
محطة رقم (14)	25554	142560	0.18
محطة رقم (15)	37374	182000	0.21
محطة رقم (16)	22842	132000	0.17
محطة رقم (17)	58190	198000	0.29
محطة رقم (18)	33102	177840	0.19
محطة رقم (19)	694397	3024000	0.23
محطة رقم (20)	158887	864000	0.18
محطة رقم (21)	94716	604800	0.16
محطة رقم (22)	55850	247500	0.23
محطة رقم (23)	43486	272160	0.16
محطة رقم (24)	23056	129600	0.18
محطة رقم (25)	101628	619200	0.16

عدد المحطات (25) محطة .

جدول 11. يبين التكاليف الكلية والمنافع المخصومة وتكاليف تحلية المتر المكعب الواحد.

رقم المحطة	التكاليف الكلية المخصومة السنوية(دينار/سنة)	المنافع الكلية المخصومة (دينار/سنة)	تكلفة الوحدة الواحدة (دينار/م^3)
محطة رقم (1)	207,751	1,166,396	0.18
محطة رقم (2)	263,904	1,360,795	0.19
محطة رقم (3)	267,867	845,442	0.32
محطة رقم (4)	231,073	1,412,314	0.16
محطة رقم (5)	436,822	1,399,675	0.31
محطة رقم (6)	737,898	2,494,791	0.30
محطة رقم (7)	258,181	1,088,636	0.24
محطة رقم (8)	290,222	1,556,113	0.19
محطة رقم (9)	385,154	1,555,195	0.25
محطة رقم (10)	637,250	2,961,153	0.22
محطة رقم (11)	1,044,218	6,597,795	0.16
محطة رقم (12)	274,015	1,700,994	0.16
محطة رقم (13)	741,681	2,348,501	0.32
محطة رقم (14)	251,494	1,399,675	0.18
محطة رقم (15)	364,777	1,786,903	0.20
محطة رقم (16)	222,811	1,295,995	0.17
محطة رقم (17)	571,321	1,943,993	0.29
محطة رقم (18)	323,518	1,746,059	0.19
محطة رقم (19)	6,832,569	32,280,523	0.21
محطة رقم (20)	1,553,488	8,482,879	0.18
محطة رقم (21)	926,689	5,938,016	0.16
محطة رقم (22)	546,047	2,429,991	0.22
محطة رقم (23)	426,338	2,672,107	0.16
محطة رقم (24)	225,250	1,272,432	0.18
محطة رقم (25)	1,008,389	6,079,397	0.17

عدد المحطات (25) محطة .

جدول12. يبين القيمة الصافية الحاضرة لجميع محطات التحلية.

رقم المحطة	القيمة الحاضرة للتكاليف السنوية(دينار/سنة)	القيمة الحاضرة للمنافع (دينار/سنة)	القيمة الحاضرة الصافية (دينار)
محطة رقم (1)	207,751	440010	232259
محطة رقم (2)	263,904	532497	268593
محطة رقم (3)	267,867	448084	180218
محطة رقم (4)	231,073	677397	446324
محطة رقم (5)	436,822	659175	222352
محطة رقم (6)	737,898	1101866	363968
محطة رقم (7)	258,181	915970	657789
محطة رقم (8)	290,222	608990	318767
محطة رقم (9)	385,154	610001	224847
محطة رقم (10)	637,250	1252481	615231
محطة رقم (11)	1,044,218	2140160	1095941
محطة رقم (12)	274,015	602908	328893
محطة رقم (13)	741,681	1083123	341442
محطة رقم (14)	251,494	729451	477957
محطة رقم (15)	364,777	903073	538296
محطة رقم (16)	222,811	725757	502946
محطة رقم (17)	571,321	733023	161702
محطة رقم (18)	323,518	940956	617437
محطة رقم (19)	6,832,569	7101715	269146
محطة رقم (20)	1,553,488	2290377	736889
محطة رقم (21)	926,689	1722025	795335
محطة رقم (22)	546,047	1004691	458644
محطة رقم (23)	426,338	950680	524342
محطة رقم (24)	225,250	468640	243390
محطة رقم (25)	1,008,389	2333631	1325242

عدد المحطات (25) محطة .

جدول13. نسبة المنافع الى التكاليف في جميع محطات التحلية .

رقم المحطة	القيمة الحاضرة للتكاليف السنوية(دينار/سنة)	القيمة الحاضرة للمنافع (دينار/سنة)	نسبة المنافع الى التكاليف
محطة رقم (1)	207,751	440010	2.12
محطة رقم (2)	263,904	532497	2.02
محطة رقم (3)	267,867	448084	1.67
محطة رقم (4)	231,073	677397	2.93
محطة رقم (5)	436,822	659175	1.51
محطة رقم (6)	737,898	1101866	1.49
محطة رقم (7)	258,181	915970	3.55
محطة رقم (8)	290,222	608990	2.10
محطة رقم (9)	385,154	610001	1.58
محطة رقم (10)	637,250	1252481	1.97
محطة رقم (11)	1,044,218	2140160	2.05
محطة رقم (12)	274,015	602908	2.20
محطة رقم (13)	741,681	1083123	1.46
محطة رقم (14)	251,494	729451	2.90
محطة رقم (15)	364,777	903073	2.48
محطة رقم (16)	222,811	725757	3.26
محطة رقم (17)	571,321	733023	1.28
محطة رقم (18)	323,518	940956	2.91
محطة رقم (19)	6,832,569	7101715	1.04
محطة رقم (20)	1,553,488	2290377	1.47
محطة رقم (21)	926,689	1722025	1.86
محطة رقم (22)	546,047	1004691	1.84
محطة رقم (23)	426,338	950680	2.23
محطة رقم (24)	225,250	468640	2.08
محطة رقم (25)	1,008,389	2333631	2.31

عدد المحطات (25) محطة.

جدول14. يوضح معدل العائد الداخلي في جميع محطات التحلية .

رقم المحطة	القيمة الحاضرة للتكاليف السنوية(دينار/سنة)	القيمة الحاضرة للمنافع (دينار/سنة)	معدل العائد الداخلي (%)
محطة رقم (1)	207,751	440010	%77
محطة رقم (2)	263,904	532497	%72
محطة رقم (3)	267,867	448084	%47
محطة رقم (4)	231,073	677397	%108
محطة رقم (5)	436,822	659175	%32
محطة رقم (6)	737,898	1101866	%64
محطة رقم (7)	258,181	915970	%257
محطة رقم (8)	290,222	608990	%78
محطة رقم (9)	385,154	610001	%87
محطة رقم (10)	637,250	1252481	%127
محطة رقم (11)	1,044,218	2140160	%132
محطة رقم (12)	274,015	602908	%104
محطة رقم (13)	741,681	1083123	%55
محطة رقم (14)	251,494	729451	%210
محطة رقم (15)	364,777	903073	%147
محطة رقم (16)	222,811	725757	%173
محطة رقم (17)	571,321	733023	%40
محطة رقم (18)	323,518	940956	%157
محطة رقم (19)	6,832,569	7101715	%9
محطة رقم (20)	1,553,488	2290377	%51
محطة رقم (21)	926,689	1722025	%110
محطة رقم (22)	546,047	1004691	%81
محطة رقم (23)	426,338	950680	%107
محطة رقم (24)	225,250	468640	%107
محطة رقم (25)	1,008,389	2333631	%86

عدد المحطات (25) محطة .

جدول 15.عائد المتر المكعب الواحد المستخدم في ري الخضار.

رقم المحطة	المحصول المزروع	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كمية المياه المستخدمة ($م^3$/دونم)	القيمة الاقتصادية للمياه(دينار/$م^3$)
المحطة رقم (3)	بندورة	929	600	1.5
	خيار	813	600	1.4
المحطة رقم (5)	الباذنجان	602	400	1.5
	الملوخية	202	500	0.4
المحطة رقم (6)	الباذنجان	733	650	1.1
المحطة رقم (7)	الباذنجان	665	425	1.6
	الملوخية	234	600	0.4
المحطة رقم (8)	الفلفل الحار	377	500	0.8
	الفلفل الحلو	377	500	0.8
المحطة رقم (11)	الفلفل الحار	250	600	0.5
	الفلفل الحلو	250	600	0.5
المحطة رقم (13)	الباذنجان	766	450	1.7
المحطة رقم (14)	البندورة	582	550	1.1
	الخيار	696	550	1.3
المحطة رقم (15)	الفلفل الحار	501	525	1.0
المحطة رقم(17)	الخيار	584	600	1.0
	الفلفل الحار	300	500	0.6

***يبلغ عدد المحطات التي تقوم بري محاصيل الخضار (10 محطة).**

جدول16.القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري الموز.

رقم المحطة	المحصول المزروع	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كمية المياه المستخدمة (م3/دونم)	القيمة الاقتصادية للمياه(دينار/م3)
المحطة رقم(1)	الموز	583	1400	0.4
المحطة رقم (6)	الموز	704	1500	0.5
المحطة رقم (8)	الموز	667	1500	0.4
المحطة رقم (9)	الموز	527	1450	0.4
المحطة رقم (12)	الموز	641	1450	0.4
المحطة رقم (13)	الموز	635	1350	0.5
المحطة رقم (15)	الموز	930	1600	0.6
المحطة رقم (22)	الموز	776	1200	0.6
المحطة رقم (23)	الموز	631	1550	0.4
المحطة رقم (24)	الموز	523	1400	0.4
المحطة رقم (25)	الموز	885	1350	0.7

***عدد المحطات التي تروي محصول الموز(11).**

جدول 17. القيمة الاقتصادية للمياه المستخدمة في ري النخيل.

رقم المحطة	المحصول المزروع	الهامش الاجمالي (دينار/دونم)	كمية المياه المستخدمة (م3/دونم)	القيمة الاقتصادية للمياه(دينار/م3)
المحطة رقم(2)	النخيل	328	250	1.3
المحطة رقم (4)	النخيل	405	270	1.5
المحطة رقم (10)	النخيل	349	300	1.2
المحطة رقم (16)	النخيل	456	280	1.6
المحطة رقم (18)	النخيل	601	400	1.5

*عدد المحطات التي تروي محصول النخيل (5).

ملحق7.العوامل التي تؤثر على تكاليف تحلية المياه الجوفية المسوس.

العوامل التي تؤثر على تكاليف التحلية الكلية:

1- مصدر المياه التي تغذي المحطة : تعتبر التكاليف التشغيلية السنوية حساسة جدا لملوحة ودرجة حرارة المياه المغذية ، حيث تزداد تكاليف التحلية كلما زادت ملوحة المياه المغذية كما وتزداد هذه التكاليف كلما انخفضت درجة حرارة المياه المغذية.
2- جودة المياه الناتجة بمعنى اخر الهدف الذي من اجله يتم تحلية المياه: حيث كلما زادت جودة المياه الناتجة اي انخفضت نسبة الاملاح فيها تزداد تكلفة تحلية المياه الجوفية وبالتالي لابد من اختيار نوع التقنية حسب الهدف المراد منه استخدام المياه بعد التحلية (Voutchkov,2007).
3- الطاقة الانتاجية للمحطة او مايسمى بحجم المحطة: حيث تزداد تكاليف التحلية في المحطات الصغيرة 50-100% عن المحطات الكبيرة في الحجم (Voutchkov,2005).
4- المجالات التي يتم تصريف فيها المحلول الملحي الناتج عن التحلية :حيث تنخفض التكاليف اذا تم تصريف المحلول الملحي الى سطح الارض او مياه البحار للمحطات القريبة منه .
5- عمر الاغشية التي تستخدم في المحطات : حيث كلما زاد عمر الاغشية تنخفض تكاليف التحلية حيث تزداد تكاليف التحلية حوالي 25% اذا انخفض عمر الاغشية عن سنة واحدة وذلك بسبب الاكسدة التي تتعرض لها الاغشية من ملوحة المياه(NRC,2008).

العوامل الاخرى التي تؤثر على تكاليف تحلية المياه الجوفية المالحة:

1- تاثير موقع المحطة :

ان لموقع المحطة تاثير هام على التكاليف التشغيلية والتكاليف الاستثمارية ،فاختيار موقع المحطة في مناطق تكون فيها العمالة رخيصة بالاضافة الى انخفاض تكلفة الارض ستؤدي الى تقليل تكلفة الوحدة المنتجة (Wittholz, et al., 2007).

2- تاثير نوع التقنية المستخدم في عملية التحلية على تكاليف التحلية:

يتم اختيار نوع التقنية المناسبة لعملية تحلية المياه بناء على نسبة الاملاح الموجودة في المياه المالحة حيث تقسم المياه المالحة حسب نسبة الاملاح فيها الى :

1- المياه الجوفية المالحة:حيث تكون نسبة الاملاح فيها من 1000-10000 ملغ/ليتر وبالنسبة لهذا النوع من المياه تعتبر تقنية التناضح العكسي من افضل التقنيات اقتصاديا لتحلية المياه الجوفية المسوس وذلك لمختلف الطاقات الانتاجية.

2- مياه البحر: حيث تزداد نسبة الاملاح في هذه المياه عن 10000 ملغ /ليتر ومن الممكن ان تصل الى 35000 ملغ / ليتر وفي هذا النوع من المياه ترتب افضل التقنيات اقتصاديا لتحلية هذه المياه حسب الطاقة الانتاجية كمايلي:

1- المحطات التي تزداد طاقتها الانتاجية عن 25000 متر مكعب /يوم تعتبر تقنية الوميض متعدد المراحل افضل التقنيات للتحلية.

2- المحطات التي تتراوح طاقتها الانتاجية 10000-25000 متر مكعب /يوم تعتبر تقنية الديلزة الكهربائية من افضل الطرق اقتصاديا لتحلية المياه.

3- اما المحطات التي تتراوح طاقتها الانتاجية بين 3000 – 10000 متر مكعب /يوم تعتبر التقنية الضغط المتبخر من افضل الطرق اقتصاديا لتحلية المياه (Wittholz, et al., 2007).

3- الطاقة الانتاجية للمحطة:

تم ملاحظة ذلك لكافة التقنيات المستخدمة في التحلية على اختلاف انواعها حيث تنخفض التكاليف الراسمالية والتكاليف التشغيلية لمحطات التحلية اذا كانت الطاقة الانتاجية لهذه المحطات اقل من 12000 متر مكعب /يوم وذلك لتحلية المياه الجوفية المسوس، و للمحطات التي طاقتها الانتاجية تقل عن 20000 متر مكعب / يوم بالنسبة للمحطات التي تغذيها مياه البحر وبالنسبة للمحطات التي تتجاوز هذه الطاقات فلا تتغير التكاليف او تغيرها يكون غير معنوي (Wittholz, et al., 2007).

AN ECONOMIC ANALYSIS OF BRACKISH GROUNDWATER DESALINATION USED FOR IRRIGATION IN JORDAN VALLEY

By
Abdulrazak M . Ghazal

Supervisor
Dr. Emad K. Al-Karablieh, Prof .

Co- Supervisor
Dr. Mohammad A. Tabieh

ABSTRACT

The scarcity of water is considered a major obstacle to economic development in all fields, especially in agricultural development, where water is one of the most important factors of production for agriculture. Desalinating brackish water is an important process because it provides large amounts of water that can be used for irrigation purposes. A high percentage of salt in brackish water creates a big obstacle to agricultural development as well as makes it not suitable in the agricultural irrigation.

The main aim of this study is to conduct an economic analysis of brackish water desalination used for irrigation in the Jordan Valley. This analysis includes estimating the costs of desalination per cubic meter, a feasibility study for brackish water desalination and measuring the economic value of water used in irrigated crops or net return of one cubic meter (m^3) for desalinated brackish water.

The comprehensive survey method and designed questionnaires have been used in data collection. Two questionnaires were designed and used to collect the required data. The first questionnaire was used to collect data from desalination plants, and the second one was used to collect data from the cultivated crops that have been irrigated from desalinated brackish water. The total numbers of desalination plants that have been studied were 25. The costs of desalinated brackish water were estimated annually, these costs were divided into fixed costs and operating costs. Moreover, the productive capacity for each desalination plant was estimated annually. In addition, the cost of desalinated brackish water per cubic meter (m^3) was calculated by dividing the annual total costs on the annual productive capacity of each plant. The economic value of desalinated brackish water that used in irrigated crops was estimated by the residual method.

The results showed that the average costs per cubic meter of desalinated brackish water reached to 0.21 Jordanian dinar (JD). The net present value for all studied desalination plants was positive and feasible. Also, the benefits - costs ratio was greater than one. In addition, the results showed that the average of economic value for desalinated brackish water that used in irrigation for all crops was one Jordanian dinar (JD) as well as the average of environmental costs was 0.004 Jordanian dinar (JD) .

The study recommends using the renewable energy sources, especially solar energy in the operation of the desalination plants to reduce the costs. Also, recommends reducing the cultivated crops that have a low economic value, and expanding the cultivated crops that have a high economic value. Finally, brine water should be transferred to the Dead Sea to safe the soil and not affecting the profitability of crops.

Key words: water scarcity, brackish water, water desalination, costs of desalination per cubic meter (m^3), net return per cubic meter (m^3), economic value, appraisal, Jordan Valley.